

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re U.S. Patent Application of

TAKASE et al.

Application Number: To Be Assigned

Filed: Concurrently Herewith

**For: LEAKY BUCKET TYPE TRAFFIC SHAPER AND
BANDWIDTH CONTROLLER**

**Honorable Assistant Commissioner
for Patents
Washington, D.C. 20231**

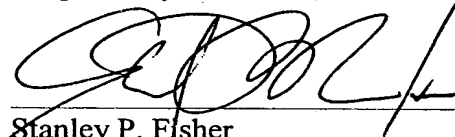
**REQUEST FOR PRIORITY
UNDER 35 U.S.C. § 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Sir:

In the matter of the above-captioned application for a United States patent, notice is hereby given that the Applicant claims the priority date of December 28, 2001, the filing date of the corresponding Japanese patent application 2001-399076.

The certified copy of corresponding Japanese patent application 2001-399076 is being submitted herewith. Acknowledgment of receipt of the certified copies is respectfully requested in due course.

Respectfully submitted,



Stanley P. Fisher
Registration Number 24,344

REED SMITH LLP
3110 Fairview Park Drive
Suite 1400
Falls Church, Virginia 22042
(703) 641-4200
February 22, 2002

JUAN CARLOS A. MARQUEZ
Registration No. 34,072

J1011 U.S. PRO
10/079583
02/22/02

2
Priority Papers
3-28-02

J1011 U.S. PRO
10/079583
02/22/02

PATENT OFFICE JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application : December 28, 2001
Application Number : Patent Application No. 399076 of 2001
Applicant (s) : Hitachi, Ltd.

Dated this 1st day of February, 2002

Kouzou OIKAWA
Commissioner,
Patent Office

Certificate No. 2002-3003807

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年12月28日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-399076

[ST.10/C]:

[JP2001-399076]

出 願 人

Applicant(s):

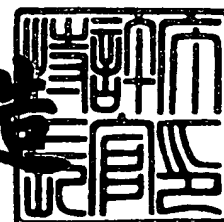
株式会社日立製作所

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2002年 2月 1日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-3003807

【書類名】 特許願

【整理番号】 NT01P1080

【提出日】 平成13年12月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04L 11/20

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 ▲高▼瀬 誠由

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 森脇 紀彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立製作所 通信事業部内

【氏名】 和田 光弘

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立製作所 通信事業部内

【氏名】 笠原 裕明

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立製作所 通信事業部内

【氏名】 小崎 尚彦

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100094352

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐々木 孝

【電話番号】 03-3661-0071

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 トラヒックシェーパおよび帯域制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の入力ポートから受信した可変長パケットを予め指定された最低帯域を保証して 1 つの出力ポートに転送するトラヒックシェーパにおいて、

上記各入力ポートから受信した可変長パケットを一時的に蓄積するための複数のバッファメモリと、

パケットを読み出すべきバッファメモリを特定するための帯域制御部と、

上記帯域制御部で特定されたバッファメモリから 1 つの可変長パケットを読み出し、上記出力ポートに送出する読み出し制御部とからなり、

上記帯域制御部が、上記バッファメモリと対応して用意された複数のリーキーバケット部と、上記各リーキーバケット部から出力されるレベルカウンタ値と予め指定された最低保証帯域に対応する閾値との差分を示す数値を出力する複数の偏差検出部と、上記各偏差検出部から出力される差分値に基づいて、パケットを読み出すべきバッファメモリを特定するための出力キュー決定部とからなり、

上記各リーキーバケット部が、一定の速度でカウンタ値を減少するレベルカウンタと、上記読み出し制御部による対応バッファメモリからのパケットの読み出しに応答して、上記レベルカウンタのカウンタ値を上記パケットの長さに比例した値だけ増加させるレベル上昇手段とを備えたことを特徴とするトラヒックシェーパ。

【請求項 2】

前記各偏差検出部が、前記各リーキーバケット部から出力されるレベルカウンタ値が前記閾値以下となった時、前記差分値として零値を出力し、

前記出力キュー決定部が、前記各バッファメモリにおけるパケットの蓄積状態を示すレジスタを有し、上記偏差検出部から出力される差分値の中から、上記レジスタが示すパケット蓄積中のバッファメモリと対応する偏差検出部からの出力値を有効にして、1 つの最小値を選択することを特徴とする請求項 1 に記載のトラヒックシェーパ。

【請求項 3】

前記出力キュー決定部が、前記有効となった差分値の中に最小値となる複数の差分値が存在した時、ラウンドロビン形式で 1 つの最小値を選択するための手段を備えることを特徴とする請求項 2 に記載のトラヒックシェーパ。

【請求項 4】

前記各リーキーバケット部が、前記レベルカウンタが示すレベルカウント値に応じて段階的に変化する可変の単位インクリメント値を前記レベル上昇手段に供給するための手段を有し、前記レベル上昇手段が、上記可変の単位インクリメント値と前記パケット長との乗算結果に従って、前記レベルカウンタのカウント値を増加させることを特徴とする請求項 1 ～請求項 3 の何れかに記載のトラヒックシェーパ。

【請求項 5】

前記各リーキーバケット部が、前記レベルカウンタが示し得るレベルカウント値の範囲内に定義された複数のレベル区域と対応して、レベル区域毎に異なった単位インクリメント値を表すインクリメント値テーブルを有し、前記レベル上昇手段が、上記テーブルから読み出された前記レベルカウンタのレベルカウント値と対応する単位インクリメント値と前記パケット長との乗算結果に従って、前記レベルカウンタのカウント値を増加させることを特徴とする請求項 1 ～請求項 3 の何れかに記載のトラヒックシェーパ。

【請求項 6】

前記複数のリーキーバケット部が、予め指定された最低保証帯域の値によってレベル区域の境界定義が異なったインクリメント値テーブルを使用することを特徴とする請求項 5 に記載のトラヒックシェーパ。

【請求項 7】

前記レベル上昇手段に供給される単位インクリメント値が、前記レベルカウンタが示すレベルカウント値の減少に従って段階的に大きくなることを特徴とする請求項 4 ～請求項 6 の何れかに記載のトラヒックシェーパ。

【請求項 8】

複数の入力ポートから入力される可変長パケットを各入力ポートと対応したバ

ッファメモリに一時的に蓄積し、バッファメモリ毎に予め指定された最大許容帯域の範囲内で最低帯域を保証して、各バッファメモリから蓄積パケットを読み出し、1つの出力ポートに転送するトラヒックシェーパにおいて、

パケットを読み出すべきバッファメモリを特定するための帯域制御部が、上記バッファメモリと対応して用意された複数のリーキーバケット部と、レベルカウンタ値が予め指定された最大許容帯域に対応する第1の閾値以下となるものを選択対象として、上記各リーキーバケット部から出力されるレベルカウンタ値と予め指定された最低保証帯域に対応する第2の閾値との差分値に基づいて、パケットを読み出すべきバッファメモリを特定するための出力キュー決定部とを有し、

上記各リーキーバケット部が、一定の速度でカウンタ値を減少するレベルカウンタと、対応するバッファメモリからパケットが読み出された時、上記レベルカウンタのカウンタ値を上記パケットの長さに比例した値だけ増加させるレベル上昇手段とを備えたことを特徴とするトラヒックシェーパ。

【請求項9】

前記出力キュー決定部が、前記各リーキーバケット部から出力されるレベルカウンタ値と前記第2の閾値との差分値を出力する複数の偏差検出部と、上記各偏差検出部から出力される差分値に基づいて、パケットを読み出すべきバッファメモリを特定するためのバッファ選択部とからなり、

上記各偏差検出部が、前記各リーキーバケット部から出力されるレベルカウンタ値が前記閾値以下となった時、前記差分値として零値を出力し、

前記バッファ選択部が、上記偏差検出部から出力される差分値の中から、パケット蓄積中のバッファメモリと対応する偏差検出部からの出力値を有効にして、1つの最小値を選択することを特徴とする請求項8に記載のトラヒックシェーパ。

【請求項10】

前記バッファ選択部が、前記有効となった差分値の中に最小値となる複数の差分値が存在した時、ラウンドロビン形式で1つの最小値を選択することを特徴とする請求項9に記載のトラヒックシェーパ。

【請求項11】

前記各リーキーバケット部が、前記レベルカウンタが示すレベルカウント値の減少に従って段階的に大きくなる可変の単位インクリメント値を前記レベル上昇手段に供給するための手段を有し、前記レベル上昇手段が、上記可変の単位インクリメント値と前記バケット長との乗算結果に従って、前記レベルカウンタのカウント値を増加させることを特徴とする請求項 8～請求項 10 の何れかに記載のトラヒックシェーパ。

【請求項 12】

前記各リーキーバケット部が、前記レベルカウンタが示し得るレベルカウント値の範囲内に定義された複数のレベル区域と対応して、レベル区域毎に異なる単位インクリメント値を表すインクリメント値テーブルを有し、前記レベル上昇手段が、上記テーブルが示す前記レベルカウンタのレベルカウント値と対応した単位インクリメント値と前記バケット長との乗算結果に従って、前記レベルカウンタのカウント値を増加させることを特徴とする請求項 8～請求項 10 の何れかに記載のトラヒックシェーパ。

【請求項 13】

前記複数のリーキーバケット部が、予め指定された最低保証帯域の値によってレベル区域の境界定義が異なるインクリメント値テーブルを使用することを特徴とする請求項 12 に記載のトラヒックシェーパ。

【請求項 14】

それぞれ可変長パケットを一時的に蓄積する複数のバッファメモリから、バッファメモリ毎に予め指定された最低帯域を保証して蓄積パケットを読み出す帯域制御装置であって、

上記複数のバッファメモリと対応する複数のリーキーバケット部と、

上記各リーキーバケット部から出力されるレベルカウント値と予めバッファメモリ毎に指定された最低保証帯域に対応する閾値との差分値に基づいて、パケットを読み出すべきバッファメモリを特定するための出力キュー決定部と、

上記出力キュー決定部で特定されたバッファメモリから 1 つの可変長パケットを読み出す読み出し制御部とを有し、

上記各リーキーバケット部が、一定の速度でカウント値を減少するレベルカウ

ンタと、対応するバッファメモリからパケットが読み出された時、上記レベルカウンタのカウンタ値を上記パケットの長さに比例した値だけ増加させるレベル上昇手段とを有し、

上記レベル上昇手段が、上記レベルカウンタが示すレベルカウンタ値の減少に従って段階的に大きくなる可変の単位インクリメント値とパケット長との乗算結果に従って、上記レベルカウンタのカウンタ値を増加させることを特徴とする帯域制御装置。

【請求項 1 5】

前記各リーキーバケット部が、前記レベルカウンタが示し得るレベルカウンタ値の範囲内に定義された複数のレベル区域と対応して、レベル区域毎に異なる単位インクリメント値を表すインクリメント値テーブルを有し、バッファメモリに指定された最低保証帯域に対応する閾値が、上記何れかのレベル区域の略中央部に位置しており、

前記レベル上昇手段が、上記テーブルが示す前記レベルカウンタのレベルカウンタ値と対応した単位インクリメント値と前記パケット長との乗算結果に従って、前記レベルカウンタのカウンタ値を増加させることを特徴とする請求項 1 4 に記載の帯域制御装置。

【請求項 1 6】

複数の入力ポートから受信した可変長パケットを予め指定された最低帯域を保証して 1 つの出力ポートに転送するトラヒックシェーパにおいて、

上記各入力ポートから受信した可変長パケットを一時的に蓄積するための複数のバッファメモリと、

パケットを読み出すべきバッファメモリを特定するための帯域制御部と、

上記帯域制御部で特定されたバッファメモリから 1 つの可変長パケットを読み出し、上記出力ポートに送出する読み出し制御部とからなり、

上記帯域制御部が、上記各バッファメモリに指定された最低帯域の比率に従って、上記出力ポートの空き帯域を上記各バッファメモリに割り当てるための手段を有し、上記読み出し制御手段が上記各バッファメモリから最低保証帯域以上のパケットを読み出すようにしたことを特徴とするトラヒックシェーパ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、受信した可変長パケットを帯域制御して送出するトラフィックシェーパおよび帯域制御装置に関し、更に詳しくは、バッファメモリに一時的に蓄積された受信パケットを、リーキーパケットによる帯域制御によって予め指定された最低保証帯域を遵守して、出力回線に送出する可変長パケット用のトラフィックシェーパおよび帯域制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

インターネットユーザの増加に伴い、通信ネットワークにおけるトラフィック量が急増している。現在のインターネット通信は、回線の空き状態に応じてユーザ毎の情報転送量が決まるベストエフォート形式で行われている。しかしながら、FTTH (Fiber To The Home) 等のブロードバンド回線が各家庭に行き渡り、例えば、動画のストリーミング配信など、転送情報量の多い通信サービスが増加すると、各ユーザに最低帯域を保証した通信サービスが必要となる。

【0003】

インターネット上のトラフィックは、公衆網における従来の電話トラフィックと異なって、ユーザ端末からの送信データがバースト的に発生し、パケットフロー（トラフィック）が不連続的になる。そのため、通信に先立って、ユーザ毎に固定の回線帯域を常時確保する必要はなく、通信回線帯域を有効に利用するために複数ユーザのトラフィックを1つの通信回線に多重化し、実際に発生したトラフィックを制御対象として、ユーザ毎に予め契約した最大許容帯域の範囲内で最低保証帯域を保証した通信制御を行うことが望まれる。上記最低保証帯域と最大許容帯域は、非同期転送転送モード (Asynchronous Transfer Mode : ATM) における最小セルレート (Minimum Cell Rate : MCR) と最大セルレート (Peak Cell Rate : PCR) に相当する。

【0004】

この場合、最低保証帯域は、例えば、通信回線の全帯域を該通信回線に多重化

された複数のユーザトラヒックでシェアするように割り当てることができる。基本的にベストエフォートで通信が行われるインターネットでは、ユーザ毎の最大許容帯域の設定は必ずしも必要ではないが、何れかのユーザのトラヒック量が最低保証帯域よりも少なくなった時、通信回線に発生した空き帯域を最低保証帯域以上のトラヒック量を持つユーザが公平にシェアできるような帯域制御が望まれる。

【0005】

上述した帯域制御を行うトラヒックシェーパ機能に関する従来技術として、例えば、特開2001-168869号公報（従来技術1）には、重み付けラウンドロビン（Weighted Round Robin: WRR）方式を応用してMCRとPCRを制御するATM網用の帯域制御方法が開示されている。

【0006】

特開平2-239748号公報（従来技術2）には、リーキーバケットを用いたATMセル用の帯域制御技術が開示されている。上記従来技術2では、伝送チャネル毎にカウンタを設けておき、セルがキューに到達した時、到着セル長に相当する値をカウンタに加算すると共に、前回のセル到達時刻からの経過時間に比例する値を上記カウンタのカウント値から減算する。各カウンタには1つの閾値が設定してあり、カウント値が閾値未満となった伝送チャネルのセルキューに対して、セルの送出権が与えられる。

【0007】

可変長パケット用のトラヒックシェーピング技術としては、例えば、特開2000-332787号公報（従来技術3）に、公衆網に接続された回線対応部に、各出力回線と対応して、帯域保証すべきパケットを蓄積する優先キューと、空き帯域で送信すべきパケットを蓄積する非優先キューとを設け、保証すべき帯域に応じて各キューの先頭パケットの送信予定時刻を計算しておき、先頭パケットが送信予定時刻に達したキューからパケットを読み出すパケット中継装置が開示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した従来技術は、インターネット上で通信される可変長パケットについて、予め契約された最低保証帯域を遵守し、空き帯域を有効に利用して最低保証帯域以上のパケット転送を可能とする実用的なトラフィックシェーピング技術を開示していない。例えば、従来技術 1 と従来技術 2 は、固定長の ATM セルを制御対象としているため、そのままでは可変長パケットのトラフィックには適用できない。

【 0 0 0 9 】

従来技術 3 では、パケット送信予定時刻に達した優先キューから先頭パケットを読み出して出力回線に送信し、同一優先キュー内の次のパケットに対して、最低保証帯域を超えない新たな送信予定時刻を割り当てることによって、優先パケットの最低帯域を保証している。また、優先キューに一定量以上のパケットが蓄積された場合は、最低保証帯域には関係なく直ちにパケット送信時刻となる送信予定時刻を与えることによって、キューが溢れるのを防止している。非優先キューの蓄積パケットは、送信予定時刻に達した優先キューに送信すべきパケットがなかった場合に送信権が与えられ、最低帯域の空き時間を利用して出力回線に送信される。

【 0 0 1 0 】

然るに、上記従来技術 3 では、先頭パケットに割り当てた送信予定時刻に達した優先キュー、または送信予定時刻を経過した優先キューからパケットを読み出すことを原則としているため、送信予定時刻に到達する前に発生した空き帯域を利用することは原理的に困難となる。上記従来技術 3 には、パケット送信ユーザが減少したとき、送信帯域を最大契約帯域まで増加できる旨の記述があるが、具体的な制御技術は開示されていない。

【 0 0 1 1 】

本発明の目的は、各トラフィックの最低保証帯域を保証し、且つ、通信回線の空き帯域を有効に利用して可変長パケットを転送できるトラフィックシェーパを提供することにある。

本発明の他の目的は、複数のトラフィックが通信回線の空き帯域を公平にシェアできるトラフィックシェーパを提供することにある。

本発明の更に他の目的は、各トラヒックに最低帯域を保証し、最大許容帯域の範囲内で通信回線の空き帯域を利用した可変長パケット転送を可能とするトラヒックシェーパを提供することにある。

本発明の更に他の目的は、予め指定された最低帯域を保証するためのパケット送信タイミングを的確に検出できるリーキーバケット型の帯域制御装置を提供することにある。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明は、複数の入力ポートから受信した可変長パケットを予め指定された最低帯域を保証して1つの出力ポートに転送するトラヒックシェーパにおいて、

上記各入力ポートから受信した可変長パケットを一時的に蓄積するための複数のバッファメモリと、パケットを読み出すべきバッファメモリを特定するための帯域制御部と、上記帯域制御部で特定されたバッファメモリから1つの可変長パケットを読み出し、上記出力ポートに送出する読み出し制御部とからなり、

上記帯域制御部が、上記バッファメモリと対応して用意された複数のリーキーバケット部と、上記各リーキーバケット部から出力されるレベルカウンタ値と予め指定された最低保証帯域に対応する閾値との差分値に基づいて、パケットを読み出すべきバッファメモリを特定するための出力キュー決定部とからなり、

上記各リーキーバケット部が、一定の速度でカウンタ値を減少するレベルカウンタと、上記読み出し制御部による対応バッファメモリからのパケットの読み出しに応答して、上記レベルカウンタのカウント値を上記パケットの長さに比例した値だけ増加させるレベル上昇手段とを備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

更に詳述すると、上記出力キュー決定部は、各リーキーバケット部から出力されるレベルカウンタ値と前記最低保証帯域に対応する閾値との差分を示す数値を出力する複数の偏差検出部と、上記各偏差検出部から出力される差分値に基づいて、パケットを読み出すべきバッファメモリを特定するためのバッファ選択部とからなる。上記各偏差検出部は、各リーキーバケット部から出力されるレベルカ

ウント値が閾値以下となった時、上記差分値として零を出力する。また、上記バッファ選択部は、各バッファメモリにおけるパケットの蓄積状態を示すレジスタを有し、上記偏差検出部から出力される差分値の中から、上記レジスタが示すパケット蓄積中のバッファメモリと対応する偏差検出部からの出力値を有効にして、1つの最小値を選択する。

【 0 0 1 4 】

本発明の1実施例によれば、上記バッファ選択部は、有効となった差分値の中に最小値となる複数の差分値が存在した時、ラウンドロビン形式で1つの最小値を選択する。これによって、パケットの送信が可能となったバッファメモリに順次に送信権を与えることが可能となる。

【 0 0 1 5 】

本発明の1つの特徴は、上記各リーキーバケット部が、上記レベルカウンタが示すレベルカウント値によって変化する可変の単位インクリメント値を上記レベル上昇手段に供給し、上記レベル上昇手段が、上記単位インクリメント値とパケット長との乗算結果に従って、上記レベルカウンタのカウント値を増加させることにある。

【 0 0 1 6 】

本発明の1実施例によれば、各リーキーバケット部は、上記レベルカウンタが示し得るレベルカウント値の範囲内に定義された複数のレベル区域と対応して、レベル区域毎に異なった単位インクリメント値を表すインクリメント値テーブルを有し、上記レベル上昇手段が、上記テーブルが示すレベルカウンタのレベルカウント値と対応する単位インクリメント値とパケット長との乗算結果に従って、レベルカウンタのカウント値を増加させる。

【 0 0 1 7 】

本発明の好ましい実施例によれば、各リーキーバケット部は、バッファメモリに指定された最低保証帯域に対応する閾値が上記何れかのレベル区域の略中央部に位置するように、レベル区域の境界定義が異なったインクリメント値テーブルを使用する。上記インクリメント値テーブルには、レベルカウンタが示すレベルカウント値の減少に従って段階的に大きくなる可変の単位インクリメント値が記

憶してある。

【 0 0 1 8 】

本発明のトラヒックシェーパでは、このように可変の単位インクリメント値を適用することによって、トラヒックが途絶えてリーキーバケットのレベルが閾値を大きく下回った場合でも、新たに到着したパケットがバッファメモリから読み出された時点で、リーキーバケットのレベルを急激に上昇させることができる。従って、本発明によれば、一時的に途絶えたトラヒックが回復した時、リーキーバケットのレベルを閾値（最低保証帯域のレベル）よりも高い位置にまで短時間で上昇させることができ、各バッファメモリに対してそれぞれの最低保証帯域に応じた送信権を付与することが可能となる。

【 0 0 1 9 】

本発明の他の特徴は、上記帯域制御部の出力キュー決定部が、レベルカウント値が予め指定された最大許容帯域に対応する閾値以下となったリーキーバケットを選択対象として、上述した差分値に基づくバッファメモリの特定を行うようにしたことにある。

【 0 0 2 0 】

本発明のトラヒックシェーパでは、最低保証帯域によって決まる閾値とレベルカウント値との差分が最小となったリーキーバケットと対応関係にあるバッファメモリに対して、パケット送信権が与えられる。従って、パケット蓄積中のバッファメモリと対応する全てのリーキーバケットにおいて、レベルカウント値が上記最低保証帯域によって決まる閾値よりも高くなった場合、レベルカウント値が閾値に最も接近したバッファメモリに対してパケット送信権が与えられ、最大許容帯域の範囲内で、最低保証帯域を超えたトラヒックシェーピングを実現できる。

【 0 0 2 1 】

パケット送信権は、各トラヒックの最低保証帯域を基準にして配分されるため、本発明によれば、全てのトラヒックに最低保証帯域を保証した状態で生まれた出力回線の空き帯域を、各トラヒックの最低保証帯域に従った比率で公平に配分することが可能となる。

【 0 0 2 2 】

本発明による帯域制御装置は、複数のバッファメモリと対応する複数のリーキーバケット部と、上記各リーキーバケット部から出力されるレベルカウンタ値と予めバッファメモリ毎に指定された最低保証帯域に対応する閾値との差分値に基づいて、パケットを読み出すべきバッファメモリを特定するための出力キュー決定部と、上記出力キュー決定部で特定されたバッファメモリから1つの可変長パケットを読み出す読み出し制御部とを有し、

上記各リーキーバケット部が、一定の速度でカウンタ値を減少するレベルカウンタと、対応するバッファメモリからパケットが読み出された時、上記レベルカウンタのカウンタ値を上記パケットの長さに比例した値だけ増加させるレベル上昇手段とを有し、

上記レベル上昇手段が、上記レベルカウンタが示すレベルカウンタ値の減少に従って段階的に大きくなる可変の単位インクリメント値とパケット長との乗算結果に従って、上記レベルカウンタのカウンタ値を増加させることを特徴とする。

本発明の更に他の目的と特徴は、以下に図面を参照して説明される実施例から明らかになる。

【 0 0 2 3 】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明のトラフィックシェーパが適用されるパケット交換システムの1例を示す。

パケット交換システムは、それぞれ入力回線群 $IN1-1 \sim IN1-n$ 、 $INm-1 \sim INm-n$ に接続されたトラフィックシェーパ $100-1 \sim 100-m$ と、トラフィックシェーパ $100-1 \sim 100-m$ から出力された可変長パケットを各パケットに付された内部ヘッダ情報に従ってパケット振分け部 $310-1 \sim 310-m$ に選択的に転送するスイッチ部 300 と、パケット振分け部 $310-1 \sim 310-m$ に接続されたパケット送信部 $320-1 \sim 320-m$ と、トラフィックシェーパ $100-1 \sim 100-m$ とスイッチ部 300 に接続された制御部 301 とからなる。

【 0 0 2 4 】

各トラヒックシェーパ $100-i$ ($i=1\sim m$) は、入力回線群 $INi-1\sim INi-n$ から入力される可変長パケットを、コネクション毎に予め指定された最低保証帯域、最大許容帯域に従って帯域制御しながら、スイッチ部 300 の入力ポート $PI-i$ に多重化して出力する。最低保証帯域、最大許容帯域の値は、制御部 301 から信号線 $S301-1\sim S301-m$ を介して各トラヒックシェーパに設定される。

【0025】

各パケット振分け部 $310-i$ ($i=1\sim m$) は、スイッチ部 300 の出力ポート $PO-i$ から供給された出力パケットを内部ヘッダ情報に従って出力回線 $OUTi-1\sim OUTi-n$ と対応した信号線 $Li-1\sim Li-n$ に振り分ける。各パケット送信部 $320-i$ ($i=1\sim m$) は、信号線 $Li-1\sim Li-n$ から入力された出力パケットから不要となった内部ヘッダ情報を外して、出力パケットを出力回線 $OUTi-1\sim OUTi-n$ に送出する。

【0026】

図2は、本発明によるトラヒックシェーパ $100-i$ の1実施例を示すブロック図である。

トラヒックシェーパ $100-i$ は、それぞれ入力回線 $INi-j$ に接続された複数の入力回線インタフェース $10-j$ ($j=1\sim n$) と、それぞれ信号線 $S10-j$ を介して入力回線インタフェース $10-j$ に接続された複数のパケットバッファ $20-j$ ($j=1\sim n$) と、入力回線インタフェース $10-j$ から信号線 $S17-j$ を介して与えられるパケット長 L に従って、各パケットバッファ $20-j$ にパケットを書き込む複数の書き込み制御回路 $21-j$ ($j=1\sim n$) と、信号線 $S22-j$ を介してパケットバッファ $20-j$ ($j=1\sim n$) のパケットの読み出しを制御する読み出し制御回路 22 と、パケットバッファ $20-j$ ($j=1\sim n$) からの出力パケットをポート PIi に転送するためのセレクタ 24 と、バッファ制御部 30 と、帯域制御部 40 とからなる。

【0027】

バッファ制御部 30 は、信号線 $S17-j$ を介して入力回線インタフェース $10-j$ ($j=1\sim n$) から受信したパケット長 L を記憶しておき、帯域制御部 40

0 から信号線 S 4 0 を介して与えられた出力キュー指定信号に応答して、信号線 S 3 0、S 3 1 にパケット長 L とバッファ指定番号 k を出力する。

【 0 0 2 8 】

読み出し制御回路 2 2 は、上記バッファ指定番号 k と対応するパケットバッファ 2 0 - k からパケット長 L が示す 1 パケット分のデータを読み出す。1 パケット分のデータの読み出しが完了すると、読み出し制御回路 2 2 は、信号線 S 2 2、S 2 3 にバッファ番号 k と出力パケット長 L を出力する。

【 0 0 2 9 】

上記パケットの読み出し期間中は、セレクタ 2 4 が、バッファ指定番号 k で指定されたパケットバッファ 2 0 - k からの出力を選択し、ポート P. I i に出力する。帯域制御部 4 0 は、信号線 S 2 2、S 2 3 を介して読み出し制御回路 2 2 から受け取ったバッファ番号 k とパケット長 L に基づいて、リーキーパケットによる帯域監視を実行する。また、バッファ制御部 3 0 から信号線 S 3 3 を介して受け取った出力キュー状態情報を参照して、次にパケットを読み出すべき出力キューを決定して、信号線 S 4 0 に上記出力キューの番号 k を示す出力キュー指定信号を出力する。

【 0 0 3 0 】

図 3 は、入力回線インタフェースの 1 実施例を示す。

入力回線インタフェース 1 0 - 1 は、入力回線 I N i - 1 に接続されたフレーム終端回路 1 1 と、フレーム終端回路 1 1 から信号線 S 1 1 に出力されるパケットフレームに内部ヘッダを付加し、信号線 S 1 0 - 1 に出力する内部ヘッダ付加回路 1 2 と、信号線 S 1 1 に出力されるパケットフレームのヘッダ部から宛先アドレスを抽出する宛先アドレス抽出回路 1 3 と、宛先アドレス抽出回路 1 3 で抽出された宛先アドレスに従ってルーティングテーブル 1 5 から内部ルーティング情報を検索し、該内部ルーティング情報を含む内部ヘッダを生成して内部ヘッダ付加回路 1 2 に供給するルーティング部 1 4 と、信号線 S 1 1 に出力されるパケットフレームのヘッダ部からパケット長を抽出するパケット長抽出回路 1 6 と、パケット長抽出回路 1 6 で抽出されたパケット長に内部ヘッダ長を加えたパケット長 L を生成し、信号線 S 1 7 - 1 に出力するパケット長出力回路 1 7 とからな

る。上記パケット長 L は、パケットバッファから読み出すべきパケット長をバイト単位で示している。

【0031】

尚、18は、図13、図14で説明する本発明の他の実施例で必要となる優先度情報抽出回路であり、図2に示した入力回線インタフェース10-1には不要な要素である。他の入力回線インタフェース10-2～10- n も、上記入力回線インタフェース10-1と同様の構成となっている。

【0032】

図4は、バッファ制御部30の1実施例を示す。

バッファ制御部30は、信号線 $S17-1 \sim S17-n$ から受信したパケット長 L を順次に蓄積するための複数のパケット長FIFO31-1～31- n と、帯域制御部40が信号線 $S40$ に出力した出力キュー指定信号で特定されるパケット長FIFO31- k の先頭パケット長 L を読み出し、信号線 $S30$ に出力するためのセレクタ32と、上記各パケット長FIFO31- i ($i=1 \sim n$)に有効データが格納されているか否かを示す n ビットのステータスビットパターンを発生するステータスビットレジスタ33とからなる。

【0033】

レジスタ33から信号線 $S33$ に出力されるステータスビットパターンの第1ビットは、パケット長FIFO31-1における有効データの有無、すなわち、パケットバッファ20-1におけるパケットデータの有無を示し、第 n ビットは、パケットバッファ20- n におけるパケットデータの有無を示している。また、信号線 $S40$ から入力された出力キュー指定信号は、信号線 $S31$ からバッファ指定番号 k として出力される。

【0034】

図5は、帯域制御部40の1実施例を示す。

帯域制御部40は、パケットバッファ20-1～20- n と対応して用意された複数の階層化リーキーパケット部41-1～41- n と、読み出し制御回路22から信号線 $S23$ に出力されたパケット長 L を信号線 $S22$ で通知されたバッファ番号 k で特定される階層化リーキーパケット部41- k に入力するための分

配回路 4 2 と、階層化リーキーバケット部 4 1 - 1 ~ 4 1 - n の各出力線に接続された出力キュー決定部 4 3 とからなる。

【 0 0 3 5 】

出力キュー決定部 4 3 は、後述するように、階層化リーキーバケット部 4 1 - 1 ~ 4 0 - n から信号線 S 4 1 - 1 ~ S 4 1 - n に出力されるリーキーバケットのレベル値（カウンタ値）と、パケットバッファ（2 0 - 1 ~ 2 0 - n）毎に予め指定された最低保証帯域および最大許容帯域の値と、バッファ制御部 3 0 が信号線 S 3 3 に出力したステータスピットパターンとに基づいて、次にパケットを読み出すべき出力キューを決定し、信号線 S 4 0 に上記出力キューの番号 k を示す出力キュー指定信号を出力する。

【 0 0 3 6 】

ここで、本発明による階層化リーキーバケット部 4 1 - i （i = 1 ~ n）の特徴の理解を容易にするために、図 6 （A） ~ （F）を参照して、従来のリーキーバケットの問題点について説明する。

今、パケットフローに最低 6 0 0 M b p s の帯域を保証する場合を想定する。この場合、パケットフローは、図 6 （A）に示すように、最低保証帯域と対応したレベルに閾値 T H 6 0 0 をもつリーク速度が 6 0 0 M b p s のリーキーバケットによって制御される。

【 0 0 3 7 】

上記リーキーバケットには、パケットバッファ（出力キュー）からのパケットの読み出しの都度、パケット長に比例した量の水が注ぎ込まれる。水位が閾値 T H 6 0 0 を越えている間は、パケットバッファからのパケットの読み出しが抑制され、図 6 （B）に示すように、水位が閾値 T H 6 0 0 以下に低下した時、次のパケットの送出権が与えられる。従って、入力回線から最低保証帯域 6 0 0 M b p s にほぼ等しいレートでパケットが流入している間は、図 6 （B）、図 6 （C）が示すように、リーキーバケット水位は閾値 T H 6 0 0 の近辺を下限として上下を繰り返し、パケットバッファ内での過度の滞留を招くことなく、入力パケットが出力回線に転送される。

【 0 0 3 8 】

入力回線から最低保証帯域 6 0 0 M b p s を超えてパケットが流入した場合、パケットバッファからの出力フローが 6 0 0 M b p s に制御されていれば、パケットキュー内で滞留するパケットの量が増加する。逆に、入力回線から流入するパケット量が大きく減少すると、図 6 (D) に示すように水位が落ち込む。この状態で、最低保証帯域 6 0 0 M b p s にほぼ等しいレートでパケットが流入した場合、図 6 (E)、図 6 (F) が示すように、リーキーバケット水位が閾値 T H 6 0 0 よりも低い水位 T H 2 8 0 の近辺を下限として上下する。

【 0 0 3 9 】

リーキーバケットを利用した帯域制御では、水位が閾値以下となった時、パケット送信権が発生する。従って、図 6 (D) ~ (F) に示すように、水位が閾値 T H 6 0 0 よりも大きく下がると、このリーキーバケットと対応したパケットバッファには、蓄積パケットが存在する限り、頻繁に送信権が与えられる。従って、水位が閾値よりも大きく下がった後、最低保証帯域 6 0 0 M b p s を上回るレートでパケットが流入した場合、水位が閾値 T H 6 0 0 に達する迄の期間は、最低保証帯域を超えてパケットが出力回線に送出されてしまう。つまり、リーキーバケット水位が閾値の近辺で上下しているパケットバッファからは最低保証帯域でパケットが送出され、リーキーバケット水位が閾値よりも大きく落ち込んだパケットバッファからは、相当の期間、最低保証帯域を超えてパケットが送出され続けると言う不公平が発生する。

【 0 0 4 0 】

本発明の特徴は、パケット送信に伴う水位上昇量をリーキーバケットの現在の水位に応じて変えることにある。

すなわち、本発明は、上昇水位の計算に適用する単位インクリメントの値をリーキーバケットの現在の水位に応じて可変にすることにより、同一長さのパケットが送出された場合でも、現在水位によってリーキーバケットへの注水量が異なるようにしたことを特徴とする。

【 0 0 4 1 】

本発明によれば、例えば、図 6 (D) のように水位が大きく落ち込んだ時、単位インクリメントの値を大きくすることによって、パケット送出に伴うリーキー

バケットの上昇水位を増加し、リーキーバケット水位を閾値に急速に近づける。

【 0 0 4 2 】

通信回線の空き帯域あるいは余裕帯域を利用して、最低保証帯域を越える帯域でパケット転送サービスを実行するためには、リーキーバケット水位が最低保証帯域を示す閾値 TH_{600} を超えた状態にあるバッファに対して送信権を与える必要がある。本発明では、最低保証帯域を超えてパケット送信権を与えた場合、上昇水位計算に適用する単位インクリメントの値を小さくすることによって、水位の上昇量を少なくする。

【 0 0 4 3 】

図 7 は、本発明の階層化リーキーバケット 4 1 におけるリーキーバケット水位と、上昇水位計算に適用される単位インクリメントとの関係を説明するための図である。

本実施例では、リーキーバケットを深さ方向に複数のレベル区域（ゾーン）に分割し、レベル区域毎に異なる単位インクリメント値を割り当て、水位が 1 つのレベル区域から別のレベル区域に変化した時、上昇水位計算に適用される単位インクリメントの値を段階的に切り換える。

【 0 0 4 4 】

テーブル 6 0、6 1 において、 $Z-1 \sim Z-10$ は、リーキーバケットの深さ方向に等間隔に分割されたレベル区域であり、水位が同一レベル区域内で変化する限り、同一の単位インクリメント値を適用して上昇水位の値が計算される。

【 0 0 4 5 】

テーブル 6 0 は、レベル区域 $Z-1 \sim Z-10$ の境界が 1 0 0 Mbps、2 0 0 Mbps、… 1 0 0 0 Mbps となるように区切った第 1 のレベル区域定義ステータブルであり、テーブル 6 1 は、レベル区域 $Z-1 \sim Z-10$ の境界が 5 0 Mbps、1 5 0 Mbps、2 5 0 Mbps、… 1 0 5 0 Mbps となるように区切った第 2 のレベル区域定義ステータブルを示す。

【 0 0 4 6 】

テーブル 6 0 の左側に付したレベルカウンタ値「86526」～「4554」は、帯域値 1 0 0 0 Mbps～1 0 0 Mbps に相当するレベルカウンタのカウンタ値を示し、

テーブル 6 1 の右側に付したレベルカウンタ値「81972」～「9108」は、帯域値 9 5 0 Mbps～1 5 0 Mbpsに相当するレベルカウンタのカウンタ値を示す。各レベル区域に割り当てられる単位インクリメントの値は、水位が高くなるに従って小さくなっている。

【 0 0 4 7 】

本発明の特徴は、パケットが送出された時、可変の単位インクリメントを適用してリーキーバケットの水位を閾値の近傍まで上昇させ、水位が閾値以下となったパケットバッファの中からパケットを送出すべきパケットバッファを選択することにある。各リーキーバケットには、最低保証帯域と対応した第 1 の閾値と、最大許容帯域に対応した第 2 の閾値が設定される。このうち、帯域制御で重要となる閾値は、最低保証帯域と対応した第 1 の閾値であり、リーキーバケット水位が上記第 1 の閾値よりも低下したパケットバッファ、またはリーキーバケット水位が上記第 1 の閾値に最も接近したパケットバッファに対して、パケットの送信権が与えられる。

【 0 0 4 8 】

本実施例で、レベル区域の境界値が異なる第 1、第 2 のレベル区域定義ステータブル 6 0、6 1 を用意した理由は、1 つのパケットバッファに対してパケットの送信権を与えた時、最低保証帯域において、リーキーバケット水位が最低保証帯域を超えていたか否かで異なった単位インクリメント値が適用されるのを回避するためである。

【 0 0 4 9 】

例えば、最低保証帯域（第 1 の閾値）が 6 0 0 Mbps に設定されたトラヒックに対して、第 1 のレベル区域定義ステータブル 6 0 に従ってリーキーバケット水位の存在区域を判定した場合、リーキーバケット水位が 6 0 0 Mbps 相当のカウンタ値「50094」よりも僅かでも低ければ、レベル区域 Z - 5 の単位インクリメントが適用され、逆に僅かでも高ければ、レベル区域 Z - 6 の単位インクリメントが適用される。従って、同一パケットを送出した場合でも上昇水位の計算結果に差異が発生し、次のパケット送信権を得るまでの待ち時間に影響する。

【 0 0 5 0 】

上記トラヒックに対して、600Mbpsの閾値をレベル区域Z-6の中央にもつ第2のレベル区域定義ステابل61を適用すれば、閾値近傍でのリーキーバケット水位に多少の揺らぎがあった場合でも、同一の単位インクリメント値を適用できるため、安定した最低保証帯域制御が可能となる。

リーキーバケットのリーク量が600Mbpsの場合、レベル区域Z-6で使用する単位インクリメント値を「1」とし、この値を基準として、その他のレベル区域Z-1~Z-5、Z-7~Z-10に割り当てるべき単位インクリメント(α)の値を決定する。

【0051】

図8(A)と図8(B)は、本発明の実施例で使用する第1、第2の単位インクリメント(α)値テーブル411、412の1例を示す。

これらのテーブルには、図7で示した第1、第2のレベル区域定義ステابل60、61が示すレベル区域定義(Z-1~Z-10)に従って、レベルカウンタ値の範囲と単位インクリメント(α)の値が登録されている。各レベル区域には、レベル区域Z-6の α 値「1」を基準にして、区域番号に反比例した α 値が設定されている。

【0052】

図9は、図5に示した階層化リーキーバケット部41-1の1実施例を示す。

階層化リーキーバケット部41-1は、図8に示した第1、第2の α 値テーブル411および412と、これらのテーブルに接続された単位インクリメント値決定部413と、信号線S42-1から入力されたパケット長Lから内部パケットヘッダ長を減算して、入力パケットの真のパケット長L0を出力する減算器414と、上記決定部413から与えられた α 値と減算器414から出力されたパケット長L0とを乗算する乗算器415と、クロックCLに同期してカウンタ値をデクリメントするレベルカウンタ416と、上記乗算器415の出力値とレベルカウンタ416の出力値とを加算してレベルカウンタに設定する加算器417と、使用テーブル指定レジスタ418とからなる。上記レジスタ418には、図1に示した制御部301から信号線S301-iを介して使用テーブル指定情報が設定される。

【 0 0 5 3 】

第 1 α 値テーブル 4 1 1 と第 2 α 値テーブル 4 1 2 からは、レベルカウンタ 4 1 6 の出力が示すリーキーバケットの現在水位に対応したインクリメント値 α 1、 α 2 が読み出される。単位インクリメント値決定部 4 1 3 は、信号線 S 4 2 - 1 にパケット長 L が出力されたタイミングで、使用テーブル指定レジスタ 4 1 8 が示す α 値テーブルの出力値、 α 1 または α 2 を取り込み、上昇水位計算用の単位インクリメント値 α として乗算器 4 1 5 に供給する。

【 0 0 5 4 】

乗算器 4 1 5 からは、上記単位インクリメント値 α とパケット長 L 0 との乗算結果、すなわち、リーキーバケットの上昇水位を示す値が出力される。加算器 4 1 7 は、レベルカウンタ 4 1 6 から出力されているリーキーバケットの現在水位を示すカウンタ値に、乗算器 4 1 5 から出力される上昇水位を加算して、レベルカウンタ 4 1 6 に設定する。

【 0 0 5 5 】

本実施例では、階層化リーキーバケット部 4 1 - 1 が、使用テーブル指定情報に従って、第 1、第 2 の α 値テーブル 4 1 1、4 1 2 の出力値を選択的に使用して上昇水位をカウントしたが、3 種類以上の α 値テーブルを選択的に使用するようにしてもよい。このようにすれば、最低保証帯域が、例えば、7 0 Mbps や 6 8 0 Mbps のように半端な値の場合でも、最低保証帯域を示す閾値をレベル区域の略中央にもつ α 値テーブルを選択することが可能となる。また、各階層化リーキーバケット部には 1 つの α 値テーブルを用意し、指定された最低保証帯域の値に合わせて、 α 値テーブルの内容を書き換えるようにしてもよい。

【 0 0 5 6 】

図 1 0 は、図 5 に示した出力キュー決定部 4 3 の 1 実施例を示す。

出力キュー決定部 4 3 は、上述した階層化リーキーバケット部 4 1 - 1 ~ 4 1 - n に接続された複数の偏差検出部 4 4 - 1 ~ 4 4 - n と、これらの偏差検出部の出力値に基づいて、パケット出力の候補となる 1 つまたは複数のパケットバッファ番号を選択する候補バッファ選択回路 4 5 と、候補バッファ選択回路 4 5 から出力された候補バッファ番号の中からラウンドロビン方式で 1 つのバッファ番

号kを選択し、信号線S40に出力キュー指定信号として出力するラウンドロビンセクタ46と、バッファ制御部30から信号線S33を介して供給されたステータスビットパターンを記憶するためのステータスビットレジスタ47からなる。

【0057】

第1の偏差検出部44-1は、図2に示した第1の packets バッファ20-1と対応しており、第i番目の偏差検出部44-iは、packets バッファ20-iと対応している。偏差検出部44-1は、最大許容帯域レジスタ441と、信号線S41-1を介して入力されるリーキーパケットの現在のレベル値（レベルカウンタ416の出力値）LBを保持するためのレジスタ442と、固定値レジスタ443と、最低保証帯域レジスタ444とを備えている。

【0058】

上記最大許容帯域レジスタ441には、packets バッファ20-1の蓄積パケットに対して許容できる最大許容帯域の値が、図7に示したレベルカウンタ値に換算した値Lmaxで設定されている。同様に、レジスタ444には、packets バッファ20-1の蓄積パケットに対して保証すべき最低保証帯域を示すレベル値Lminが設定される。これらの値は、図1に示した制御部301から信号線S301-iを介して供給される。レジスタ443には、リーキーパケットにおける最大のカウンタ値MAXが固定値として設定されている。

【0059】

偏差検出部44-1は、レジスタ441の値Lmaxとレジスタ442の値LBを比較器445で比較し、LBがLmaxを超えていた場合は、セクタ446でレジスタ443の値MAXを選択し、LBがLmaxよりも小さい場合は、セクタ446でレジスタ442の値LBを選択して、差分検出器447に入力する。差分検出器447は、セクタ446の出力値LBまたはMAXから、レジスタ444が示す最低保証帯域値Lminを差し引いて得られる差分値を出力する。LBからLminを差し引いた値が負数となった場合、差分検出器447は零値を出力する。

【0060】

候補バッファ選択回路 4 5 は、偏差検出部 4 4 - 1 ~ 4 4 - n から出力される差分値のうち、ステータスビットレジスタ 4 7 が “0” のビット位置、すなわち、送信すべき packets を蓄積していない packets バッファに対応した差分値を無効にし、残りの差分値の中から最小値を選択する。

【 0 0 6 1 】

上述したように、各偏差検出部 4 4 は、リーキー packets の現在のレベル L_B が最低保証帯域の値 L_{min} より低い ($L_B - L_{min} < 0$) 場合、差分値として “0” を出力しているため、候補バッファ選択回路 4 5 には、最小値 “0” となる差分値が複数の偏差検出部から同時に入力される可能性がある。候補バッファ選択回路 4 5 は、第 i ビットを第 i 偏差検出部 4 4 - i と対応させた n ビットのビットパターンにおいて、最小値を出力した偏差検出部と対応するビットに “1”、その他のビット位置に “0” を設定した形式で、選択結果を示すビットパターンをラウンドロビンセレクタ 4 6 に出力する。

【 0 0 6 2 】

ラウンドロビンセレクタ 4 6 は、送信すべき packets を蓄積中の packets バッファ 2 0 に対して公平に送信権を与えるため、選択回路 4 5 から出力されたビットパターンの “1” ビットが示す候補バッファのうち、前回送信権を得た packets バッファの選択順位が最後となるラウンドロビン形式で “1” ビットのビット位置 k を選択し、バッファ番号 k を出力バッファ指示信号として出力する。この動作は、読み出し制御回路 2 2 から信号線 S_{23} への packets 長 L の出力にตอบสนองするタイミングで、トラヒックシェーパから packets が送出される度に実行される。

【 0 0 6 3 】

次に、本発明のトラヒックシェーパの機能について、図 1 1 に示す簡単な使用モデルで説明する。

図 1 1 に示したトラヒックシェーパ 1 0 0 は、例えば、ギガビットイーサンのように最大 1 G b p s までのトラヒックを流せる 4 本の入力回線 $I_N - 1 \sim I_N - 4$ を有し、これらの入力回線から流入するトラヒックを、それぞれの最低保証帯域を保証して、2. 4 G b p s 帯域をもつ出力線に多重化して出力する。

【 0 0 6 4 】

ここでは、説明を簡単にするために、各入力回線をそれぞれ1人のユーザが使用し、出力線の帯域 2. 4 G b p s を入力回線 I N - 1 ~ I N - 4 のトラヒックで公平にシェアした場合を仮定する。1トラヒック当たりの平均帯域である 6 0 0 M b p s (7 5 M B y t e s) を基本帯域とし、リーキーバケットのリーク速度とする。6 0 0 M b p s は、各階層化リーキーバケットにおけるレベルカウンタ 4 1 6 のカウント値が、時間経過に従って 7 5 M H z で減少すること意味している。また、上記基本帯域 6 0 0 M b p s に対応するレベル区域で使用される1バイト当たりの単位インクリメント値を「1」とし、図7に示した第1、第2の α 値テーブル 4 1 1、4 1 2 に従って、リーキーバケットの各レベル区域での単位インクリメント値を切り換えるものとする。

【 0 0 6 5 】

各ユーザに割り当てる最低保証帯域は、各入力回線がもつ帯域の範囲内 (0 M b p s ~ 1 0 0 0 M b p s) で自由に選択できるが、全ユーザの帯域合計が出力線の帯域 2. 4 G b p s を超えてはならない。最大許容帯域も、各入力回線の帯域の範囲内でユーザに自由に割り当てることができるが、同一ユーザに対して最低保証帯域以下の最大許容帯域を設定することはできない。最大許容帯域は、出力線に空き帯域が発生した場合に各ユーザが利用可能な帯域の上限値を示しているため、全ユーザの最大許容帯域の合計値は、出力線の帯域 (2. 4 G b p s) を超えてもよい。ユーザが最大許容帯域を指定しなかった場合、デフォルト値として、例えば、入力回線の帯域値を設定すればよい。

【 0 0 6 6 】

ここでは、 L_{min} で表される最低保証帯域の値として、入力回線 I N - 1 ~ I N - 4 の各トラヒックに、それぞれ 8 0 0 M b p s、3 5 0 M b p s、4 0 0 M b p s、8 0 0 M b p s を割り当て、 L_{max} で表される最大許容帯域の値として、入力回線 I N - 1 ~ I N - 4 にそれぞれ 9 0 0 M b p s、6 0 0 M b p s、8 0 0 M b p s、1 0 0 0 M b p s を割り当てた場合を仮定する。

【 0 0 6 7 】

この場合の入力回線 I N - 1 ~ I N - 4 に対応するリーキーバケット 6 0 0 -

1～600-4の状態は、図12（A）～図12（D）のようになる。ここで、リーキーバケット600-2のレベル区分Z-1～Z-10は、図7に示した第1のレベル区分定義テーブル60に従って定義されており、第1の α 値テーブル411によって単位インクリメントの値が決定される。他のリーキーバケット600-1、600-3、600-4のレベル区分Z-1～Z-10は、第2のレベル区分定義テーブル61に従って定義されており、第2の α 値テーブル412によって単位インクリメントの値が決定される。

【0068】

各リーキーバケットの水位は、初期状態において、斜線を付して示すように、それぞれの最低保証帯域 L_{min} のレベルにある。リーキーバケットの水位は、リーク速度600Mbpsで下降するが、各入力回線から最低保証帯域でパケットの流入する限り、注水による水位の上昇とリークによる水位の低下とが釣り合うため、最低水位はレベル L_{min} に保たれる。

【0069】

例えば、リーキーバケット600-3と600-4を比較すると、リーキーバケット600-4の最低水位（閾値 L_{min} ）は、リーキーバケット600-3の2倍の高さにあり、上昇水位の計算に適用される単位インクリメント α の値が1対2の関係にある。従って、同一長さのパケットが出力された時、水位 L_{min} からのリーキーバケット600-3の上昇水位は、リーキーバケット600-4の上昇水位の2倍となる。リーキーバケットからのリーク速度は同一となっているため、水位が減少して L_{min} に到達するまでの所要時間は、リーキーバケット600-3の方が600-4の2倍となり、結果的に、パケットの送出レートがそれぞれの最低保証帯域に比例する。

【0070】

本発明では、上述したように、上昇水位計算に適用される単位インクリメントの値を現在の水位に応じて切り換える階層化リーキーバケットを採用している。従って、一時的にパケットフローが途絶えて、水位が最低保証帯域のレベル L_{min} から著しく低下した場合でも、次のパケットを送出した時、大きな値をもつ単位インクリメントを適用して水位を大幅に上昇させることにより、水位を閾値 L

minの位置まで急速に復帰させることができ、その後に流入するパケットフローに対して、最低保証帯域を保証した適正な帯域制御を施すことが可能となる。

【 0 0 7 1 】

また、本発明では、図 1 0 に示した出力キュー決定部 4 3 によって、送出すべきパケットを保有する複数のパケットバッファのうち、現在の水位と最低保証帯域 L_{min} との差分値が最小となったパケットバッファにパケット送信権を与えている。また、対応するリーキーパケットの水位が最低保証帯 L_{min} よりも下がった場合は、現在水位と最低保証帯域のレベル L_{min} との差分値を零とし、複数の出力バッファ候補が存在した場合は、ラウンドロビン形式で各パケットバッファに平等に送信権を与えるようにしている。

【 0 0 7 2 】

上記キュー決定部 4 3 によれば、パケット蓄積中のパケットバッファと対応した全てのリーキーパケットにおいて現在水位が最低保証帯域のレベル L_{min} を超えた場合は、現在水位が閾値レベル L_{min} に最も近い状態にあるパケットバッファにパケット送信権が与えられる。従って、本発明によれば、出力線の空き帯域を利用して、最低保証帯域を越えた帯域制御も可能となる。最低保証帯域を超えるパケットの送信は、予め設定された最大許容帯域（レベル M_{max} ）の範囲内で行われる。この場合、前述した図 1 2 のリーキーパケット 6 0 0 - 3 と 6 0 0 - 4 の動作説明から明らかなように、各トラヒックへのパケット送信権の割り当ては、最低保証帯域に比例して行われる。従って、本発明において、出力線の空き帯域は、出力線に多重化される各トラヒックの最低保証帯域に比例して公平に配分されることになる。

【 0 0 7 3 】

図 1 3 は、本発明によるトラヒックシェーパ 1 0 0 - i の第 2 の実施例を示す。

ここに示したトラヒックシェーパ 1 0 0 - i は、入力回線 IN_{i-j} ($i = 1 \sim m$, $j = 1 \sim n$) 毎に、入力パケットを優先度別にバッファリングしておき、優先度順に、高優先度のパケットがなくなったら次優先度のパケットを送出する完全優先制御型となっている。

【 0 0 7 4 】

本実施例では、入力回線インタフェース 1 0 - i (i = 1 ~ n) として、図 3 に示した優先度情報抽出回路 1 8 - i を備えた構造のものを使用する。優先度情報抽出回路 1 8 - i は、入力パケットのヘッダ部から優先度情報、例えば、サービスタイプを抽出し、信号線 S 1 8 - i に優先クラス識別子として出力する。また、本実施例では、図 2 に示したパケットバッファ 2 0 - i の代わりに、優先クラス別に用意された複数のバッファ 2 0 1 - 1 ~ 2 0 1 - m と、優先バッファセレクタ 2 0 2 とを有するパケットバッファ部 2 0 0 - i を適用し、各パケットバッファ部 2 0 0 - i の出力線にパケット長検出回路 2 5 - i を設けている。

【 0 0 7 5 】

各書き込み制御回路 2 1 - i は、信号線 S 1 7 - i 、 S 1 8 - i を介して、対応する入力回線インタフェース 1 0 - i からパケット長 L と優先クラス識別子 p を受信し、信号線 S 1 0 - i に出力された入力パケットを上記優先クラス識別子 p で特定されるバッファ 2 0 1 - p に書き込む。本実施例の場合、各パケットバッファ部 2 0 0 - i からのパケットの読み出しが優先クラス順の行われるため、パケットバッファ部 2 0 0 - i におけるパケットの入力順序と出力順序とが異なる。このため、入力回線インタフェース 1 0 - i からバッファ制御部 3 0 に供給されたパケット長を利用してパケットの読み出し制御を行おうとすると、バッファ制御部 3 0 内でパケット長を優先クラス別に保持する必要があり、構成が複雑になる。

【 0 0 7 6 】

そこで、本実施例では、読み出し制御回路 2 2 が、バッファ制御部 3 0 から与えられたバッファ指定信号 k に従って、パケットバッファ部 2 0 0 - k にパケットデータの読み出し制御信号を与え、読み出されたパケットの長さ L をパケット長検出回路 2 5 - k で検出する。読み出し制御回路 2 2 は、上記パケット長検出回路 2 5 - k から信号線 S 2 5 - k を介して与えられるパケット長 L に従って、パケットバッファ部 2 0 0 - k に 1 パケット分のデータ読み出し制御信号を与える。

【 0 0 7 7 】

パケットバッファ部 200-k の優先バッファセレクタ 202 は、パケット送信権が与えられた時、優先度の最も高いバッファからパケットを読み出す。すなわち、最優先クラスのバッファ 201-1 にパケットが蓄積されている限り、上記バッファ 201-1 からパケットを読み出し、最優先クラスのパケットが無くなった時、次の優先クラスのバッファ 201-2 からパケットを読み出す完全優先制御形式で、パケットを読み出すべきバッファを選択する。これによって、信号線 S22-k にパケットデータ読み出し制御信号が出力された時、パケットバッファ部 200-k からは、優先度の最も高いパケットが読み出される。

【0078】

パケットバッファ部 200-k から 1 パケット分のデータの読み出しが完了すると、読み出し制御回路 22 は、信号線 S22 にバッファ番号 k を出力し、信号線 S23 にパケット長検出回路 25-k から受信したパケット長 L を出力する。帯域制御部 40 は、第 1 の実施例と同様、パケットバッファ部 200-i ($i = 1 \sim n$) 毎に予め設定された最大許容帯域の範囲内で、それぞれの最低保証帯域に従ったパケットの送出制御を行う。

【0079】

図 14 は、本発明によるトラヒックシェーパの更に他の実施例を示す。

本実施例では、優先クラス毎に最低保証帯域と最大許容帯域を指定しておき、図 2 に示したパケットバッファ 20-1 ~ 20-n を優先クラス別のバッファとして使用する。

【0080】

各入力回線インタフェース 10-i ($i = 1 \sim n$) から信号線 S10-i、S17-i、S18-i に出力されたパケット、パケット長および優先クラス識別子は、多重化回路 26 を介して、優先クラス振分け回路 27 に供給される。優先クラス振分け回路 27 は、多重化回路 26 から受信したパケットを優先クラス識別子 p が示すパケットバッファ 20-p に供給し、パケット長を優先クラス識別子 p が示す書き込み制御回路 21-p に供給する。

【0081】

書き込み制御回路 21-p によるパケットバッファ 20-p へのパケットの書

き込み動作は、図 2 に示した第 1 の実施例と同様に行われる。これによって、パケットバッファ 2 0 - p は、複数の入力回線から入力された同一優先クラス p のパケットが順次に蓄積される。

【 0 0 8 2 】

帯域制御部 4 0 は、優先クラス毎に予め設定された最大許容帯域の範囲内で、それぞれの最低保証帯域に従ったパケットの送出制御を行う。この場合、図 5 に示した階層化リーキーパケット 4 1 - 1 ~ 4 1 - n は、第 1 実施例と同様、パケットバッファ 2 0 - 1 ~ 2 1 - n からのパケット送信と対応したリーキーパケット水位を算出する。また、出力キュー決定部 4 3 は、偏差検出部 4 4 - 1 ~ 4 4 - n に優先クラス毎に設定された最低保証帯域を閾値として、第 1 実施例と同様に候補バッファを選択し、信号線 S 4 0 に出力バッファ指示信号を発生する。

【 0 0 8 3 】

本実施例は、A T M (Asynchronous Transfer Mode) のバーチャルチャネルにおける M C R (Maximum Cell Rate) や、P C R (Peak Cell Rate) の帯域制御にも適用できる。

【 0 0 8 4 】

本発明によるトラヒックシェーパは、図 1 5 に示すように、F T T H (Fiber To The Home) 用の回線集線装置にも応用できる。

現在、加入者宅に対して、光ファイバーを用いたブロードバンドサービスが提供されつつある。現在の F T T H のサービスは、回線の空き状態に応じて帯域が決まるベストエフォートで提供されているが、テレビ電話や、ビデオレター、動画ストリーミング配信等のサービスが本格化すると、一般の末端ユーザに対しても、最低保証帯域と最大許容帯域の契約した情報転送サービスの展開が予想される。

【 0 0 8 5 】

図 1 5 において、加入者宅 7 0 - 1 ~ 7 0 - m の接続回線 L 7 0 - 1 ~ L 7 0 - 1 - m は、集線装置 8 0 - 1 で多重化して集線装置 8 1 に接続され、該集線装置 8 1 を介して広域ネットワーク 8 0 0 に接続されている。同様に、加入者宅 7 1 - 1 ~ 7 0 - m の接続回線 L 7 1 - 1 ~ L 7 1 - m は、集線装置 8 0 - m で多重

化して集線装置 8 1 に接続されている。ここで、集線装置 8 0 - 1、8 0 - m および 8 1 に、本発明のトラヒックシェーパ機能を適用すれば、各加入者のパケットトラヒックに対して、各加入者が契約した最低保証帯域と最大許容帯域、あるいは優先クラスに従った帯域制御を実施できる。

【 0 0 8 6 】

【発明の効果】

本発明によれば、レベルカウント値が閾値に最も接近したバッファメモリに対してパケット送信権を与えることによって、各トラヒックに最低保証帯域を保証し、最大許容帯域の範囲内で、最低保証帯域を超えたトラヒックシェーピングを実現できる。また、パケット送信権が、各トラヒックの最低保証帯域を基準にして配分されるため、全てのトラヒックに最低保証帯域を保証した状態で生まれた出力回線の空き帯域を、各トラヒックの最低保証帯域に従った比率で公平に配分することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明のトラヒックシェーパが適用されるパケット交換システムの 1 例を示す図。

【図 2】

本発明によるトラヒックシェーパの 1 実施例を示す図。

【図 3】

図 2 に示した入力回線インタフェース 1 0 - 1 の 1 実施例を示す図。

【図 4】

図 2 に示したバッファ制御部 3 0 の 1 実施例を示す図。

【図 5】

図 2 に示した帯域制御部 4 0 の 1 実施例を示す図。

【図 6】

従来のリーキーバケットの問題点を説明するための図。

【図 7】

階層化リーキーバケットにおけるリーキーバケット水位と、上昇水位計算用の

単位インクリメントとの関係を説明するための図。

【図 8】

単位インクリメント (α) 値テーブルの 1 実施例を示す図。

【図 9】

図 5 に示した階層化リーキーバケット 4 1 - 1 の 1 実施例を示す図。

【図 1 0】

図 5 に示した出力キュー決定部 4 3 の 1 実施例を示す図。

【図 1 1】

トラヒックシェーパのモデルの 1 例を示す図。

【図 1 2】

図 1 1 に示したトラヒックシェーパにおける各入力回線と対応した階層化リーキーバケットの状態説明図。

【図 1 3】

本発明によるトラヒックシェーパの第 2 の実施例を示す図。

【図 1 4】

本発明によるトラヒックシェーパの第 3 の実施例を示す図。

【図 1 5】

本発明によるトラヒックシェーパの応用例を示す図。

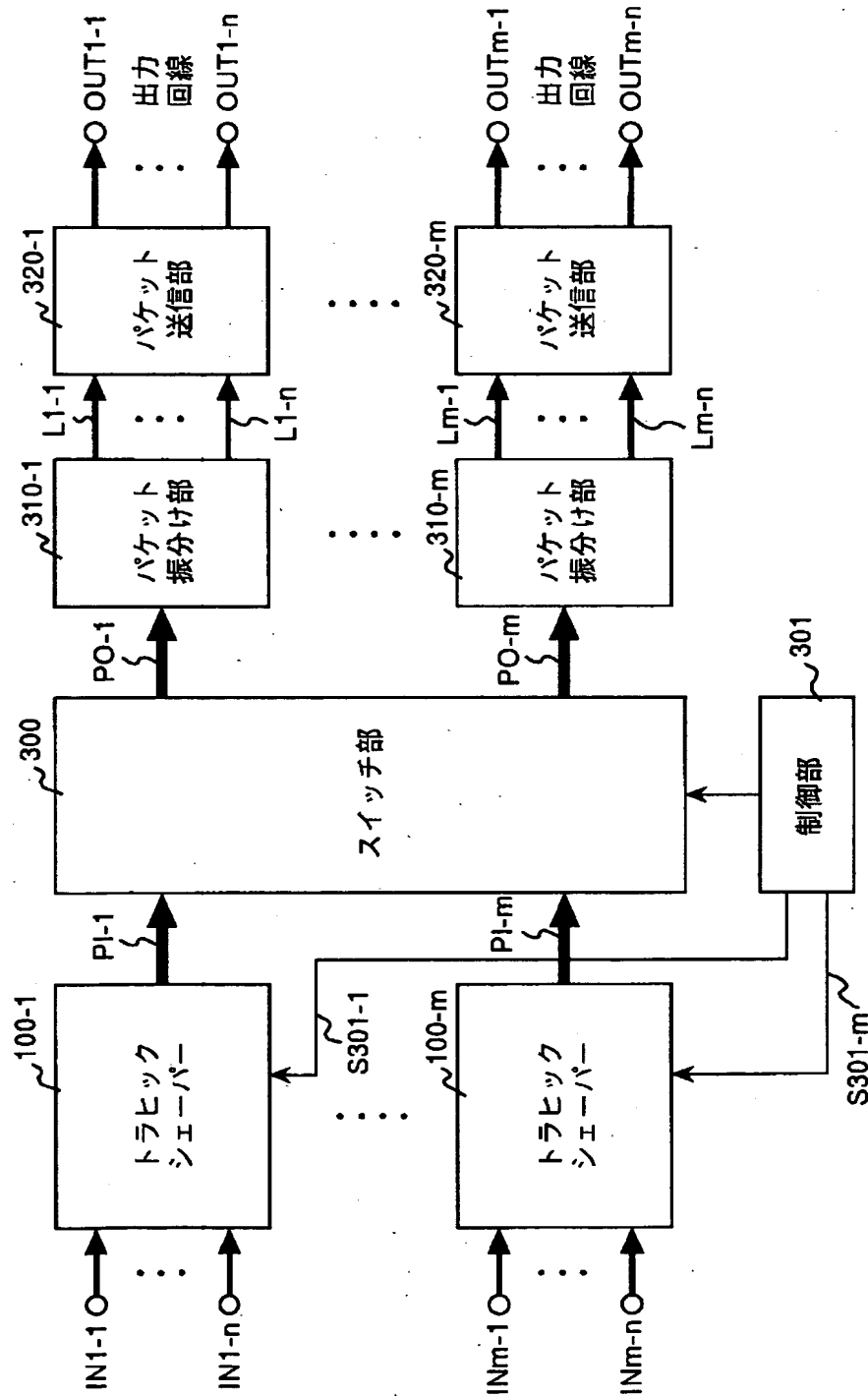
【符号の説明】

1 0 0 : トラヒックシェーパ、 1 0 : 入力回線インタフェース、
2 0 : パケットバッファ、 2 1 : 書き込み制御部、
2 2 : 読み出し制御部、 3 0 : バッファ制御部、 4 0 : 帯域制御部、
4 1 : 階層化リーキーバケット部、 4 3 : 出力キュー決定部、
4 4 : 偏差検出部、 4 5 : 候補バッファ選択回路、
4 6 : ラウンドロビンセレクタ、 4 7 : ステータスビットレジスタ、
4 1 1、4 1 2 : 単位インクリメント (α) 値テーブル、
4 1 6 : レベルカウンタ。

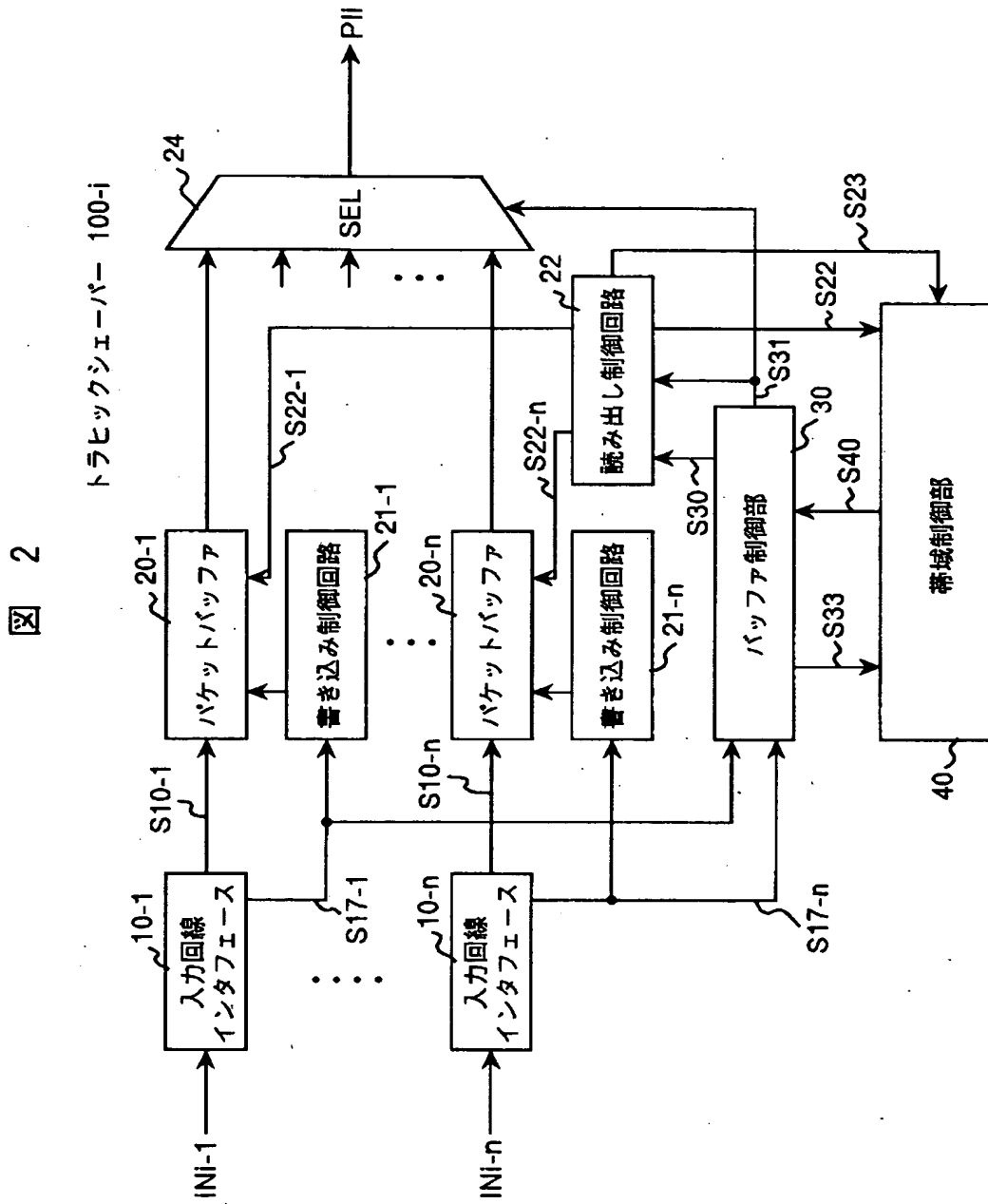
【書類名】 図面

【図 1】

図 1



【図 2】



【図 3】

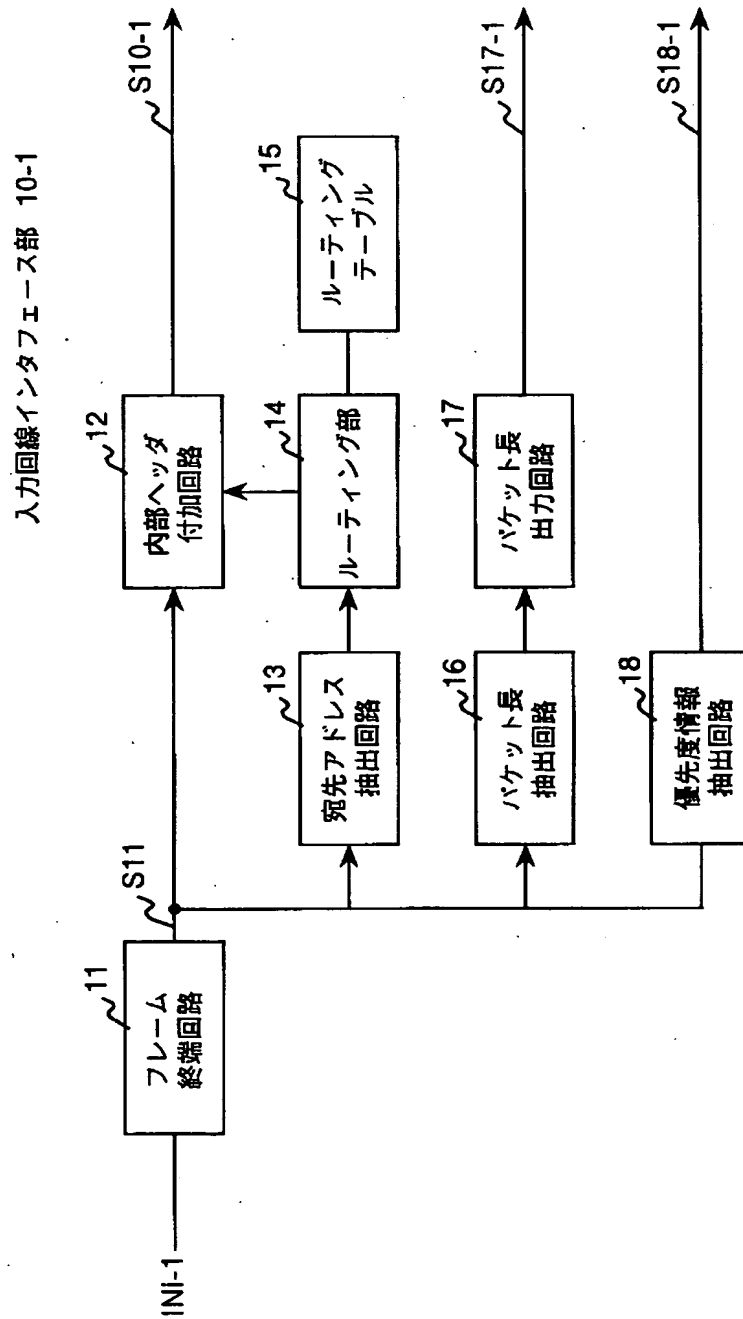
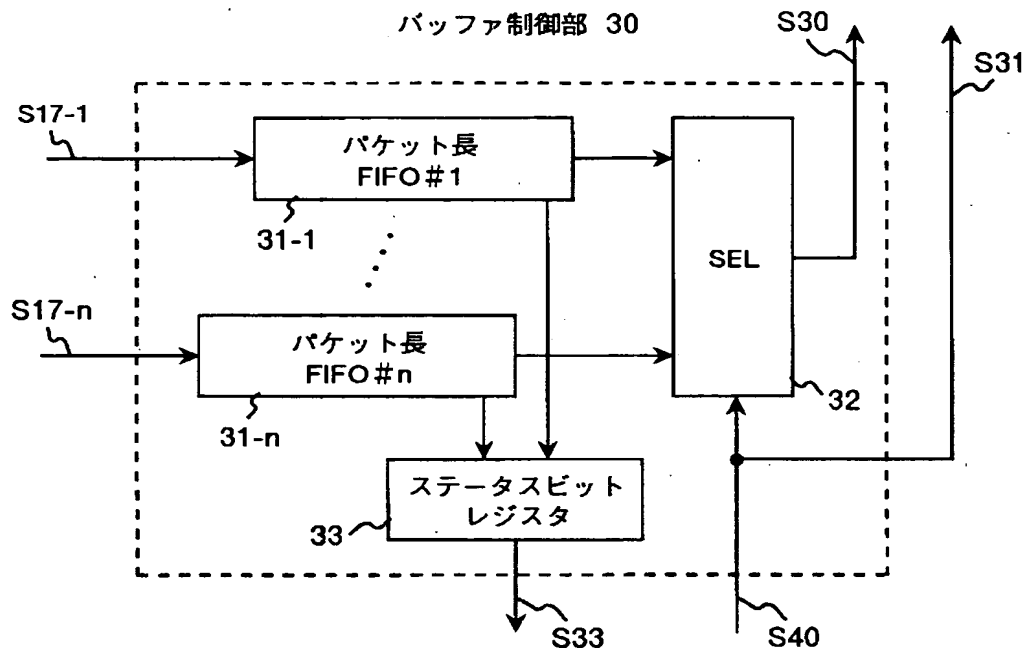


図 3

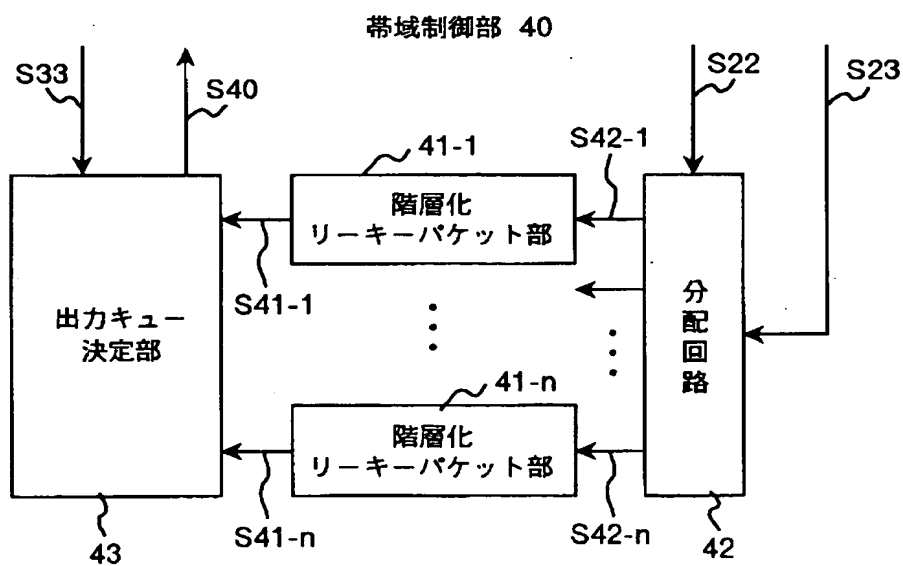
【図 4】

図 4



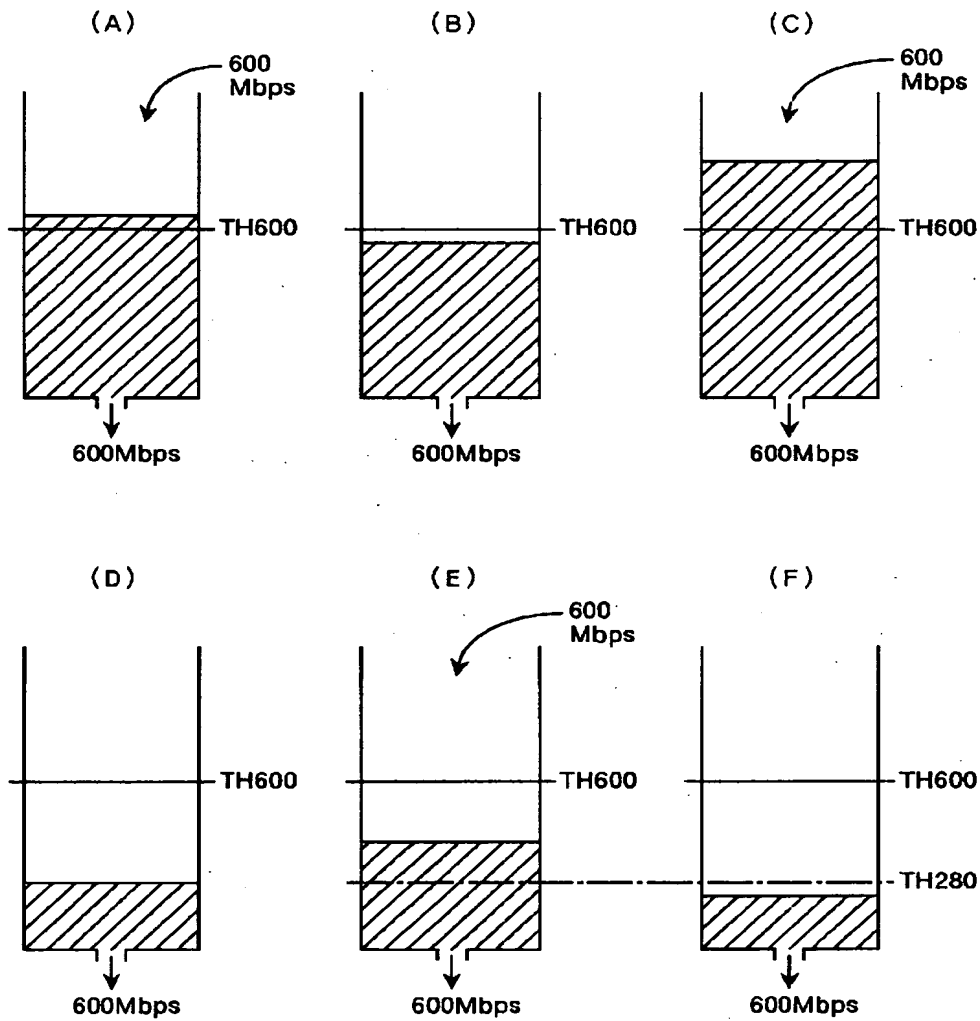
【図 5】

図 5



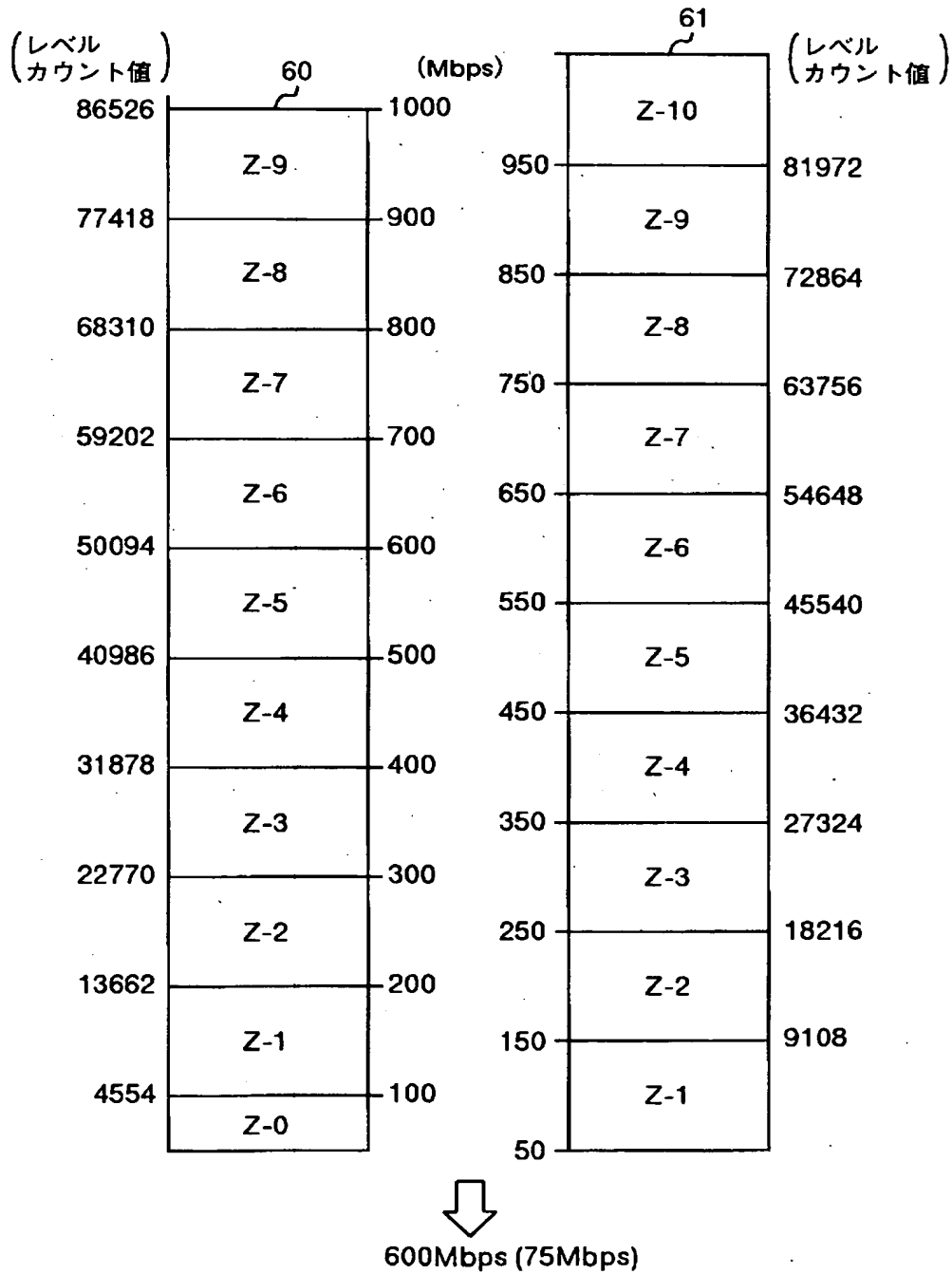
【図 6】

図 6



【図 7】

図 7



【図 8】

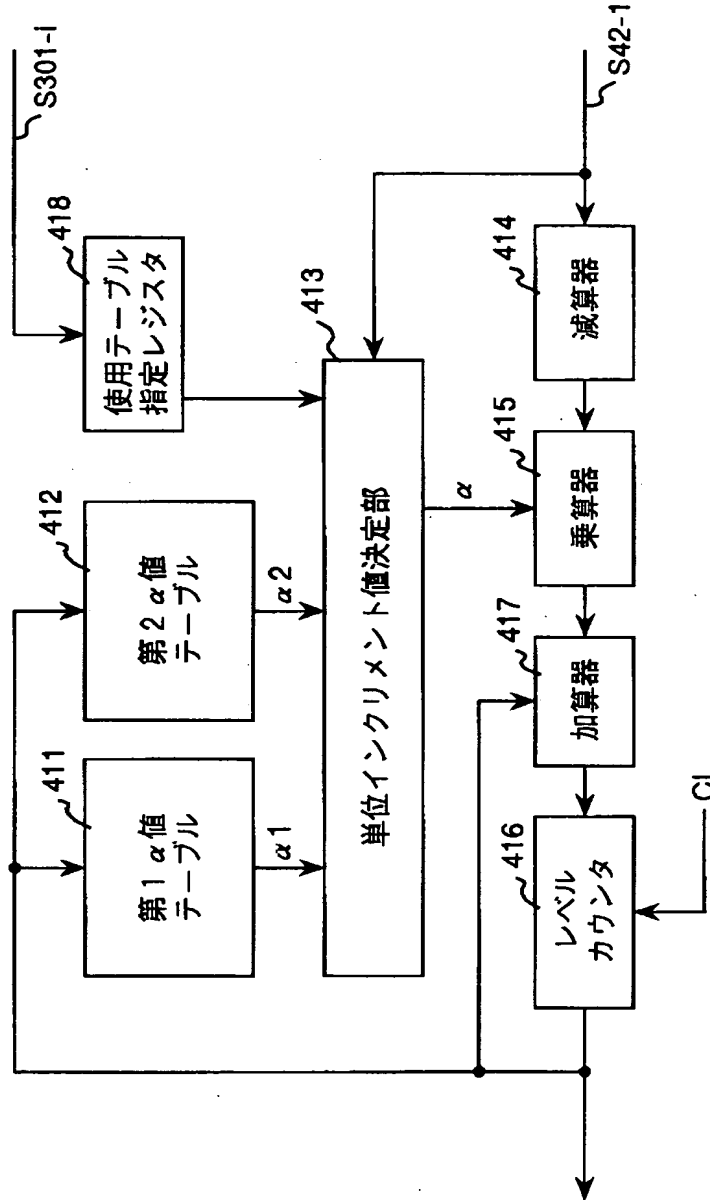
図 8

(A)		(B)	
レベル範囲	α	レベル範囲	α
86526 ~	6/10 ~ Z-10	81972 ~	6/10 ~ Z-10
77418 ~ 86525	6/9 ~ Z-9	72864 ~ 81971	6/9 ~ Z-9
68310 ~ 77417	6/8 ~ Z-8	63756 ~ 72863	6/8 ~ Z-8
59202 ~ 68309	6/7 ~ Z-7	54648 ~ 63755	6/7 ~ Z-7
50094 ~ 59201	1 ~ Z-6	45540 ~ 54647	1 ~ Z-6
40986 ~ 50093	6/5 ~ Z-5	36432 ~ 45539	6/5 ~ Z-5
31878 ~ 40985	6/4 ~ Z-4	27324 ~ 36431	6/4 ~ Z-4
22770 ~ 31877	2 ~ Z-3	18216 ~ 27323	2 ~ Z-3
13662 ~ 22769	3 ~ Z-2	9108 ~ 18215	3 ~ Z-2
4554 ~ 13661	6 ~ Z-1	0 ~ 9107	6 ~ Z-1

【図9】

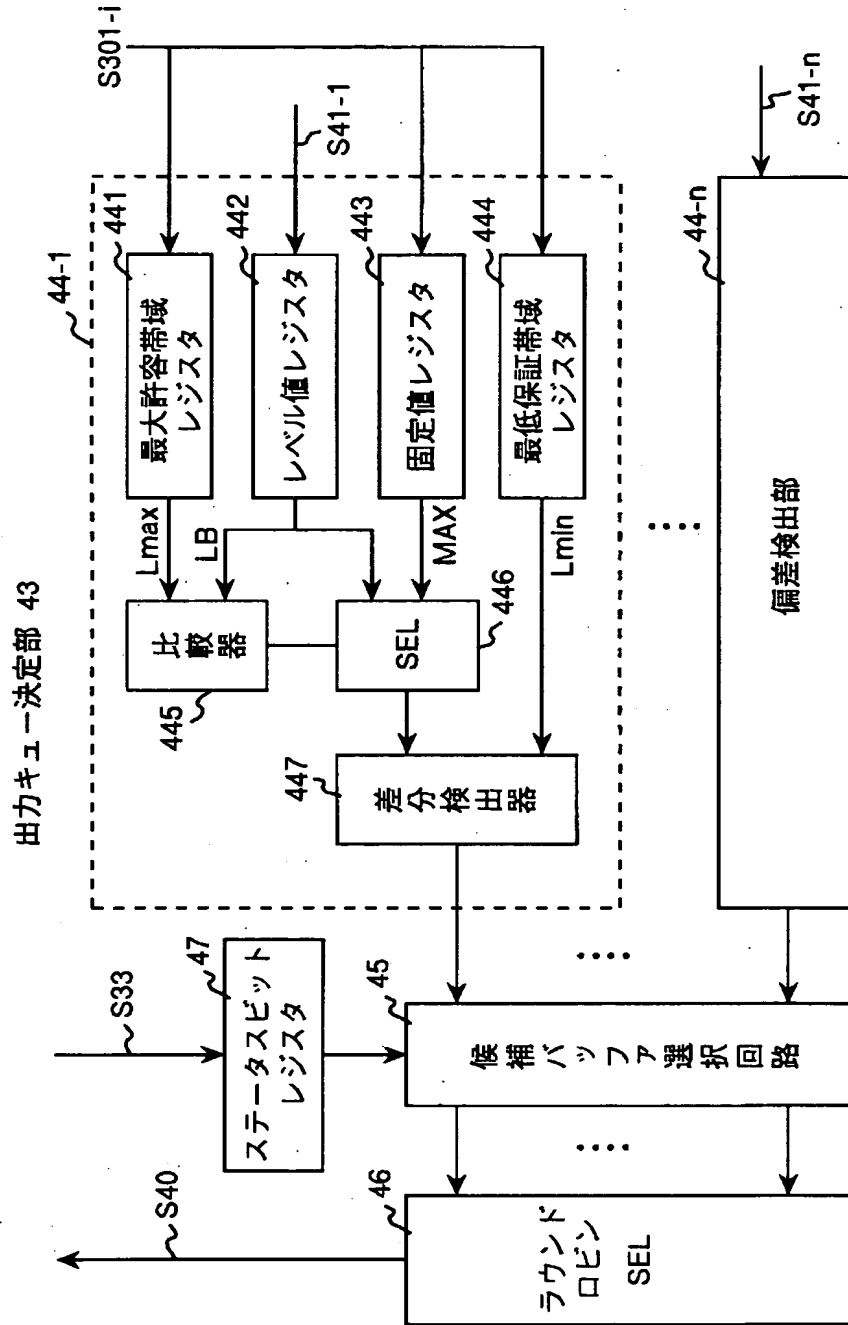
図 9

階層化リキーパケット部 41-1



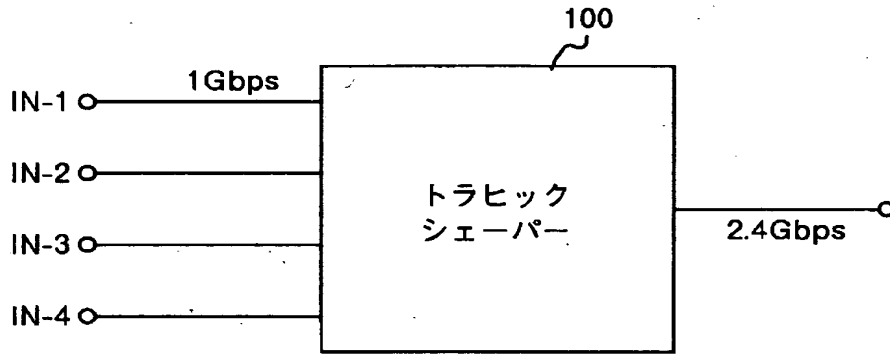
【図10】

図 10



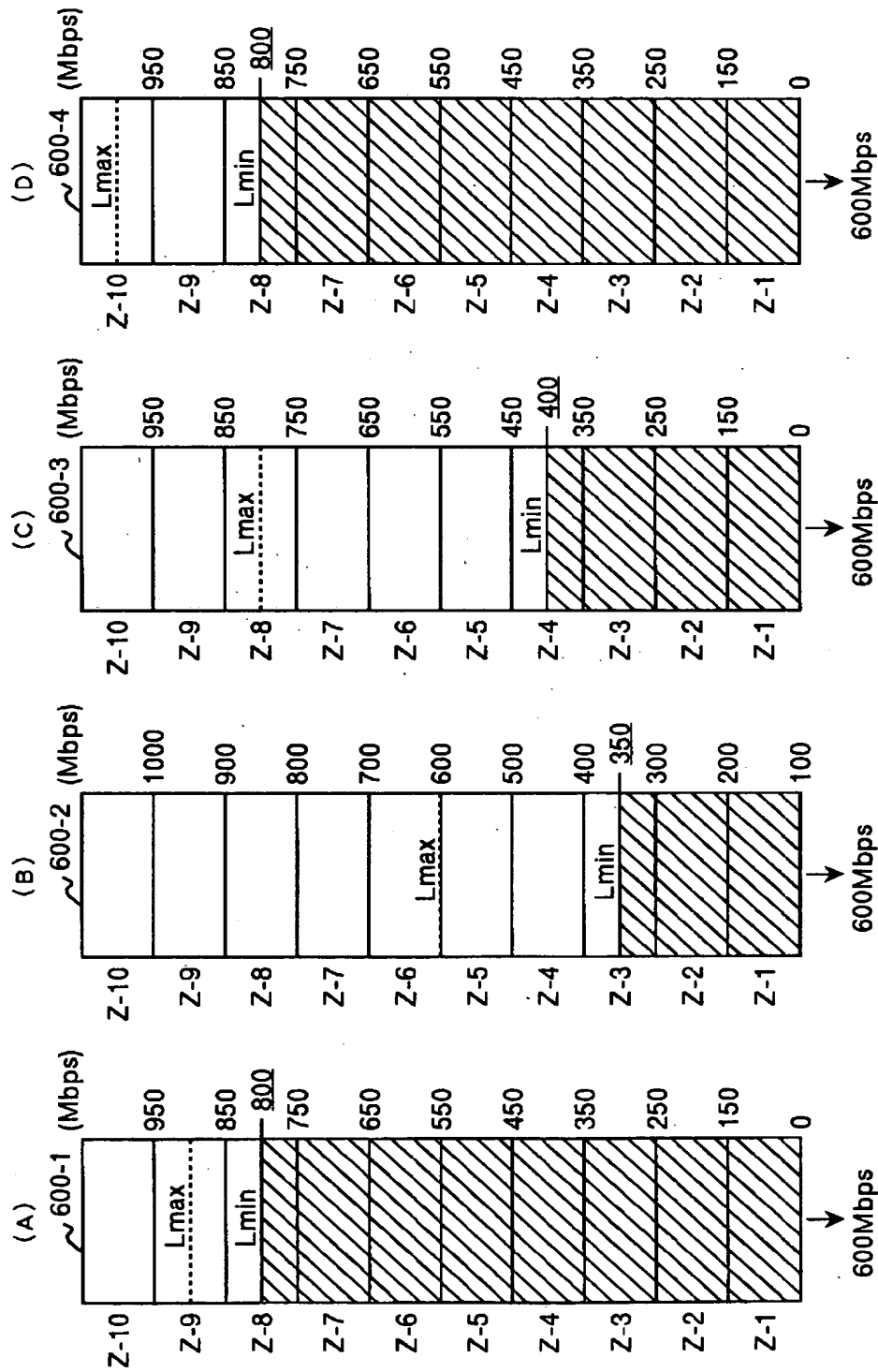
【図 1 1】

図 1 1

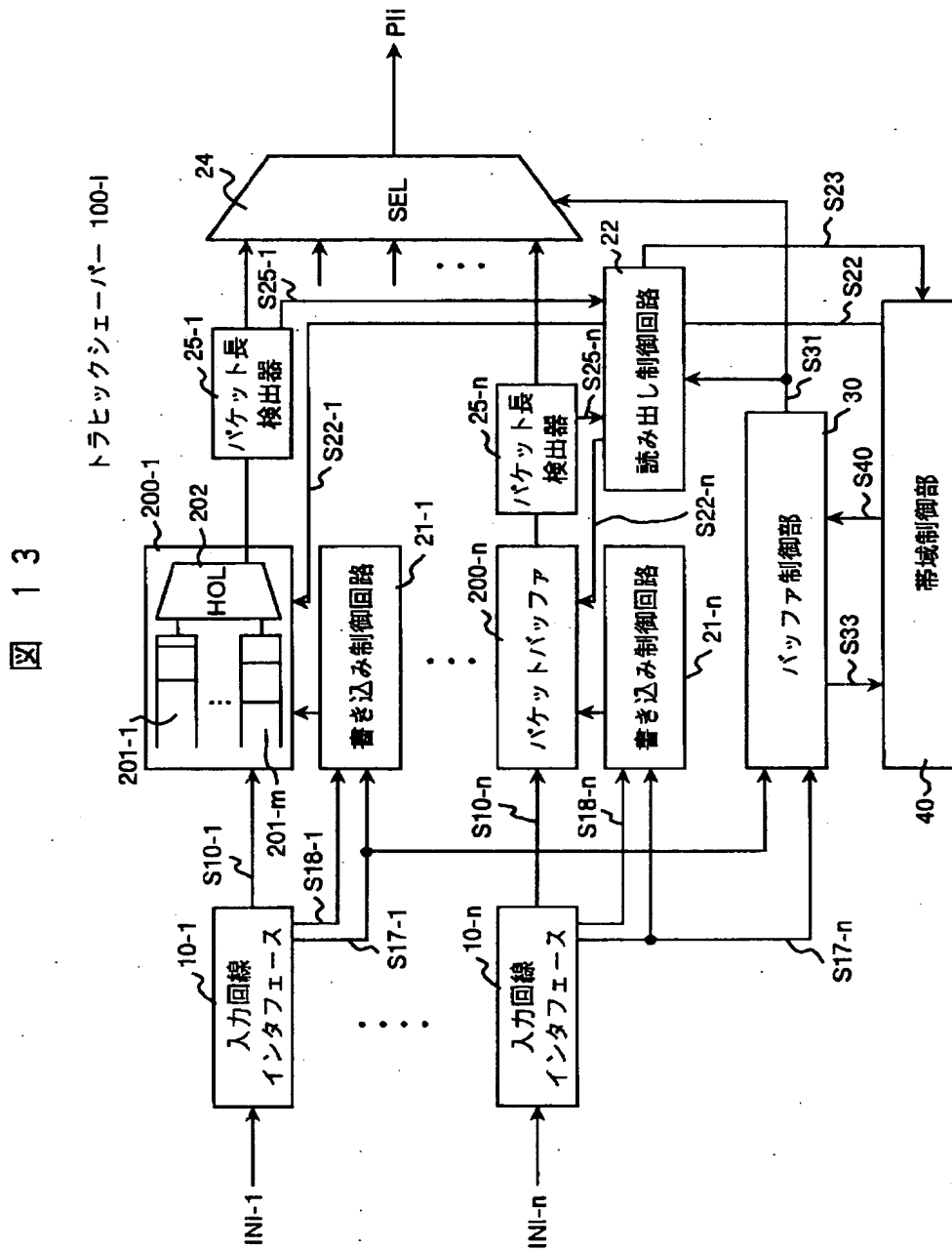


【図 12】

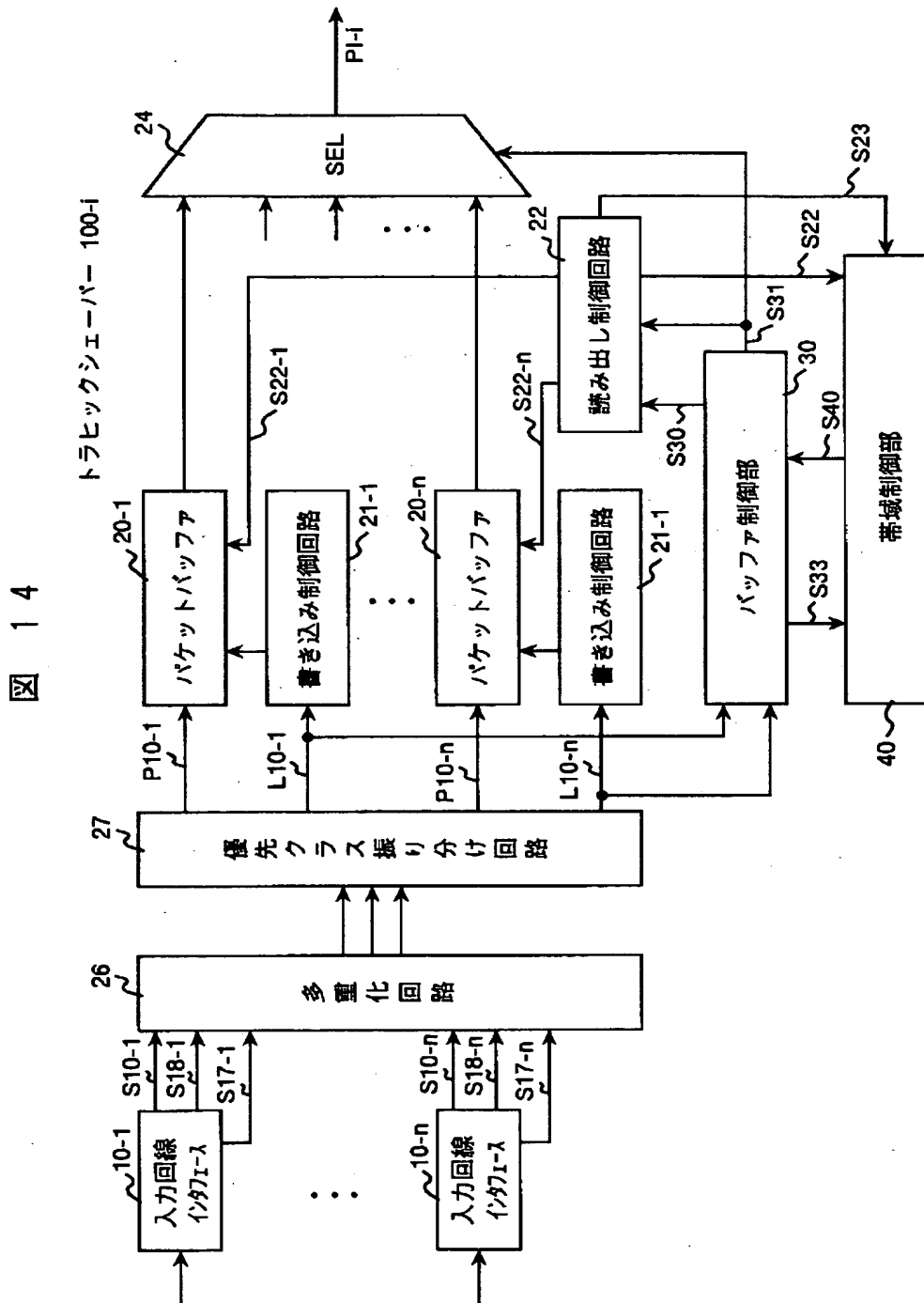
図 12



【図 13】

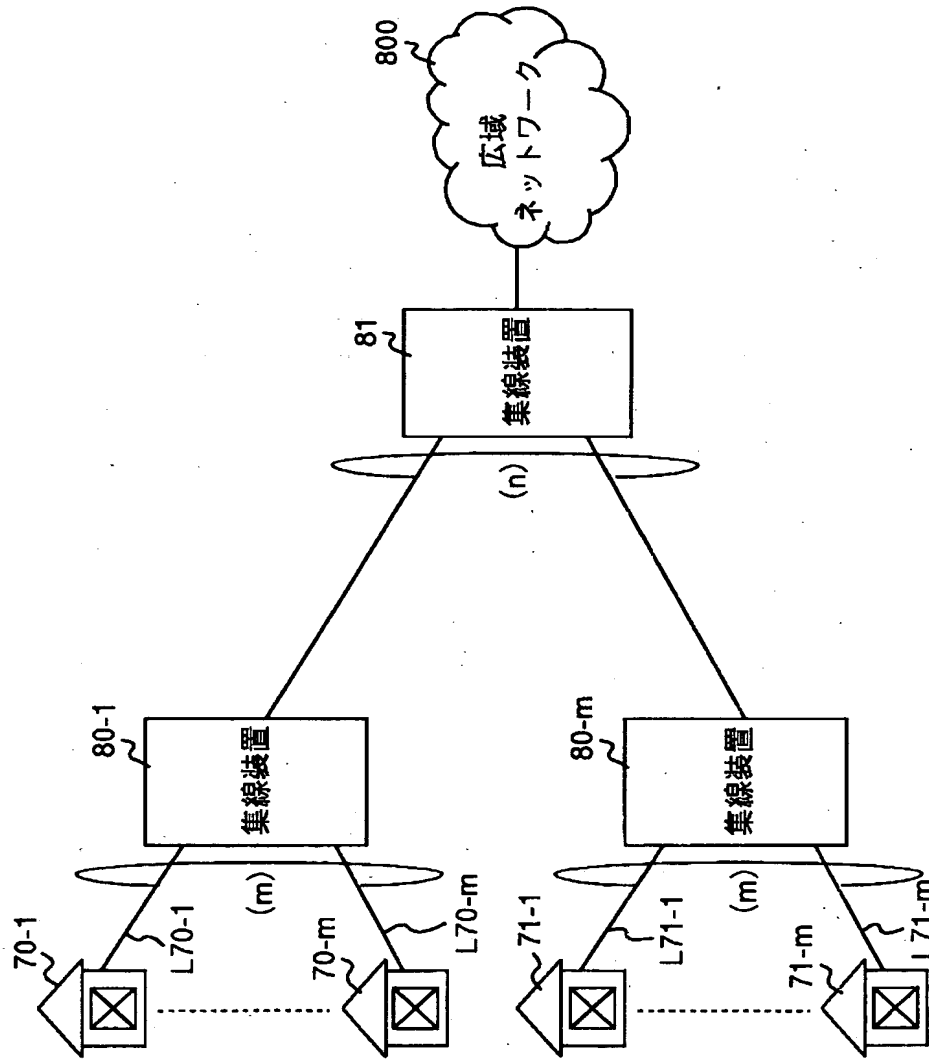


【図14】



【図15】

図 15



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 各トラヒックの最低保証帯域を保証し、且つ、通信回線の空き帯域を有効に利用して可変長パケットを転送できるトラヒックシェーパを提供する。

【解決手段】 バッファメモリ 2 0 - 1 ~ 2 0 - n と対応して用意された複数のリーキーバケット部 4 1 - 1 ~ 4 1 - n と、各リーキーバケット部から出力されるレベルカウンタ値と予め指定された最低保証帯域に対応する閾値との差分値に基づいて、パケットを読み出すべきバッファメモリを特定するための出力キュー決定部 4 3 とからなる帯域制御部 4 0 を備え、各リーキーバケット部 4 1 が、一定の速度でカウンタ値を減少するレベルカウンタ 4 1 6 と、対応バッファメモリからのパケットの読み出し時にレベルカウンタのカウンタ値をパケットの長さに比例した値だけ増加させるレベル上昇手段 4 1 1 ~ 4 1 7 とを有するトラヒックシェーパ。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名 株式会社日立製作所